Р. Тиле

ПРАКТИЧЕСКАЯ ФОТОТОПОГРАФІЯ

Его Превосходительству
Генералъ-Лейтенанту

С 1/37

ИЗЪ КНИГЪ
А. А. ТИЛЛО.

Тилло

въ знакъ глубокаго уваженія
и благодарности
отъ Автора

L3 1/126

ПРАКТИЧЕСКАЯ

ФОТОТОПОГРАФІЯ

(ФОТОГРАММЕТРІЯ).

Библіотека
Императорскаго
Русскаго Географическаго
Общества
Залъ L Шкафъ X
По ка X № 37

15802

Р. Тиле

завѣдывающій фототопографическими работами Министерства Путей Сообщенія.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
1898.

Печатано по распоряженію Канцеляріи Министра Путей Сообщенія.

Типографія Министерства Путей Сообщенія.
(Высочайше утвержденнаго Товарищества И. Н. Кушнеревъ и К°). Фонтанка, 117.

Предлагаемый трудъ — первое руководство по фототопографіи (фотограмметріи) на русскомъ языкѣ,—есть результатъ практическихъ и теоретическихъ занятій, произведенныхъ мною въ концѣ 1896 и началѣ 1897 г.г. во время командированія моего за границу для изученія этого новаго у насъ способа по порученію Его Сіятельства Министра Путей Сообщенія Князя Михаила Ивановича Хилкова.

Далеко не исчерпывая современное состояніе фототопографіи, настоящій трудъ мой ставитъ себѣ задачею ознакомить читателя главнымъ образомъ съ ея практическими пріемами, преимущественно въ примѣненіи къ геодезическимъ работамъ инженера и топографа.

Р. Тиле.

С.-Петербургъ 1898 г.

ОГЛАВЛЕНІЕ

стр.

I. Значеніе фототопографіи 1

II. Прогрессивное развитіе фототопографіи и употребляемые аппараты 2

1. Историческій обзоръ . . . . . —
2. Фототопографія во Франціи 5
3. „ въ Италіи 8
4. „ „ Германіи 10
5. „ „ Австріи 14
6. „ „ Америкѣ 19
7. Свѣдѣнія о попыткахъ фототопографіи въ Россіи 20

III. Задачи фототопографіи 21

8. Общія дѣйствія . . . . . —
9. Въ равнинахъ . . . . . —
10. У береговъ рѣкъ, озеръ и моря 22
11. Для архитектурныхъ предметовъ . . . . . —
12. Для военныхъ цѣлей . . . . . —
13. Въ горахъ . . . . . —

IV. Преимущества фототопографіи передъ другими геодезическими способами 23

14. Фотографія какъ неоспоримый документъ . . . . . —
15. Устраненіе визирныхъ и другихъ ошибокъ 24
16. Снятіе недоступныхъ мѣстъ . . . . . —
17. Черченіе плана безъ участія съемщика 25
18. Быстрота производства полевыхъ работъ . . . . . —

V. Объ объективахъ годныхъ для фототопографіи 26

19. Лучшіе изъ симметрическихъ объективовъ . . . . . —
20. О телеобъективахъ 27

стр
21. О діафрагмированіи 28
22. О фокусномъ разстояніи 29
23. Измѣреніе фокуснаго разстоянія . . . . . —

VI. Основы фототопографіи 31

24. Фотографія какъ перспективное изображеніе . . . . . —
25. Перспективные законы, на которыхъ основывается фототопографія . . . . . —
26. Правила при двухъ снимкахъ 33
27. Оріентированіе изображеній 34
28. Опредѣленіе на планѣ засѣчекъ и измѣреніе высотъ 35
29. Построеніе плана изъ двухъ фотографій 36

VII. Фототеодолитъ и его повѣрка 39

30. Устройство фототеодолита . . . . . —
31. Установка и повѣрка аппарата 40
32. Вставленіе матоваго стекла и кассетъ 41

VIII. Практическіе пріемы полевой работы . . . . . —

33. Выборъ и опредѣленіе стоянокъ . . . . . —
34. Панорамическіе снимки 42
35. Веденіе журнала 43
36. О сигналахъ 44
37. О фотографической техникѣ . . . . . —
38. Нумерація пластинокъ (фильмсъ) 48
39. О посудѣ, приборахъ и матеріалахъ для фотографическихъ работъ . . . . . —

IX. Кабинетныя работы и вспомогательные инструменты . 52

40. О позитивахъ . . . . . —
41. Исправленіе растянувшихся отпечатковъ 53
42. Отысканіе точекъ и ихъ засѣчка 54
43. Схема опредѣленія горизонталей 56
44. О вспомогательныхъ графическихъ инструментахъ . . . . . —
45. Графическій транспортиръ Паганини 59
46. „ секторъ „ . . . . . —
47. „ указатель высотъ „ 60
48. Заканчиваніе плана 62

X. Построеніе плана съ наклонныхъ картинныхъ плоскостей . . . . . —

49. Общія свѣдѣнія . . . . . —
50. Трехлинейное сродство, построеніе Гаукъ (Hauck) 63
51. Графическое исправленіе въ планѣ двухъ наклонныхъ плоскостей по способу проф. Штейнеръ 65

стр.

XI. Фототопографическіе планы съ одной фотографіи . . . 67

52. Общія геометрическія правила . . . . . —
53. Уменьшеніе проекціи для умѣщенія въ планѣ точекъ схода . 69
54. Построеніе плана 70
55. Черченіе плана береговой линіи 72

XII. О точности фототопографическихъ снимковъ . . . . —

56. Условная точность . . . . . —
57. Сравненіе точности мензулы съ фототеодолитомъ 73
58. Изслѣдованія точности съемокъ фототеодолита . . . . . —
59. О точности измѣренія дальнихъ высотъ и угловъ 74
60. Фототеодолитъ какъ инструментъ для астрономическихъ и метеорологическихъ наблюденій . . . . . —

Перечень литературы по фототопографіи 75

ПРАКТИЧЕСКАЯ ФОТОТОПОГРАФІЯ (ФОТОГРАММЕТРІЯ).

(Съ 43 политипажами, помѣщенными въ текстѣ).

I. Значеніе фототопографіи.

Исходя изъ трехъ обширныхъ областей знанія: начертательной геометріи, геодезіи и фотографіи, фототопографія давно уже выступила изъ узкой рамки первоначальныхъ опытовъ на почву практическаго примѣненія при исполненіи геодезическихъ работъ.

Этотъ способъ воспроизведенія земной поверхности на бумагѣ превосходитъ топографическіе пріемы быстротою исполненія, не уступая имъ въ точности получаемыхъ данныхъ. Но при этомъ онъ даетъ возможность правильно опредѣлить положеніе точекъ даже въ недоступныхъ мѣстностяхъ. Поэтому фототопографія въ недалекомъ будущемъ призвана занять первенствующее мѣсто при всѣхъ геодезическихъ работахъ. Доказательствомъ этому могутъ служить превосходные труды, исполненные и исполняемые помощью ея въ настоящее время въ Италіи, Греціи, Австріи и Германіи. Съ недавнихъ поръ она съ большою энергіею примѣняется также въ Америкѣ и уже имѣетъ свою, хотя еще небольшую, но богатую содержаніемъ литературу.

У насъ въ Россіи,—гдѣ по иниціативѣ Г. Министра путей сообщенія, фототопографія вводится въ настоящее время, есть неизмѣримое поле для ея примѣненія. Но, кромѣ желѣзнодорожнаго дѣла и вообще сферы дѣятельности Министерства путей сообщенія, фототопографіи, безъ сомнѣнія, предстоятъ еще обширныя задачи въ географо-топографическомъ дѣлѣ Военнаго и другихъ вѣдомствъ.

II. Прогрессивное развитіе фототопографіи и употребляемые аппараты.

1. Историческій обзоръ. — 2. Фототопографія во Франціи. — 3. Фототопографія въ Италіи.—4. Фототопографія въ Германіи.—5. Фототопографія въ Австріи.— 6. Фототопографія въ Америкѣ. — 7. Свѣдѣнія о попыткахъ фототопографіи въ Россіи.

1. Еще въ 1839 году Араго, при докладѣ французской Палатѣ Депутатовъ объ открытіи Дагерра и Ніэпса, высказалъ, между прочимъ, мысль, что, при дальнѣйшемъ развитіи, это новое искусство можетъ оказать большія услуги Геодезіи. Вотъ подлинныя слова Араго:

„Les images photographiques, étant soumisses dans leur formation aux règles de la géometrie, permettront à l'aide d'un petit nombre de données de remonter aux dimensions exactes des parties les plus élevées, les plus inaccessibles des édifices... Nous pourrions, par exemple, parler de quelques idées qu'on a eu sur les moyens rapides d'investigation que le topographe pourra emprunter à la photographie".

Конечно, несовершенство тогдашнихъ инструментовъ, а равно трудность манипуляцій дагерротипіи не позволяли скоро осуществить высказанную Араго мысль, но одновременно съ введеніемъ негативнаго способа являются и первыя попытки пользованія имъ въ дѣлѣ геодезіи.

Первымъ примѣнилъ фотографію къ исполненію геодезическихъ работъ (тогда инженерный маіоръ) Лосседа (Laussedat). Въ 1851 г. онъ пользовался „свѣтлою камерою" (chambre claire) Уолластона для топографическихъ съемокъ, а въ 1852 г. онъ впервые при этомъ примѣнилъ фотографическую камеру (camera obscura), такъ что можно сказать: фототопографія открыта въ 1852 году Лосседа.

Послѣ шестилѣтнихъ опытовъ ему удалось получить удовлетворительные результаты, представленные имъ въ 1860 г. Парижской Академіи.

Въ 1861 г. Лосседа снялъ фотографическимъ способомъ часть плана города Парижа въ масштабѣ 1:6667, въ точности совпадавшій съ планомъ инженера Эммери, сдѣланный въ 1839 году. Этотъ планъ былъ составленъ изъ снимковъ, сдѣланныхъ Лосседа съ двухъ возвышенныхъ мѣстъ: съ крыши Политехническаго училища и съ колокольни St. Sulpice.

За этой работою слѣдовалъ снятый имъ по порученію военнаго министерства планъ города Гренобль съ окрестностями въ масштабѣ 1:5000 съ обозначеніемъ горизонталей черезъ 30 метровъ; для этого сняты были фотографическимъ путемъ 600 высотъ, изъ которыхъ нѣкоторыя достигали 1000 метровъ высоты.

Опредѣленныя высоты согласовались съ существовавшими съемками на 1,5 м., хотя разстояніе аппарата до ближайшихъ точекъ плана было 950 метровъ.

Въ 1863 году Жавари продолжалъ фотографическія работы близъ Парижа, и также въ Дофинé и Вогезахъ; нѣкоторыя изъ его работъ выставлены въ Conservatoire des Arts et Metiers въ Парижѣ.

Нужно удивляться, что эти работы, давшія такіе блестящіе результаты и вызвавшія общій восторгъ топографовъ, не продолжались.

Самъ Легро (Legros) въ предисловіи къ своему сочиненію „Элементы фотограмметріи“ *) выражается объ этомъ странномъ равнодушіи французовъ къ дальнѣйшей участи своего-же изобрѣтенія слѣдующимъ образомъ:

„Непонятно, почему военная технологія, какъ экспериментальная наука, имѣющая своею программою примѣненіе къ военнымъ наукамъ всѣхъ процессовъ, всѣхъ инструментовъ, всѣхъ методъ экспериментальныхъ наукъ, не только устраняетъ драгоцѣнныя средства, которыя всѣ науки съумѣли извлечь изъ фотографическихъ способовъ, но даже прогрессъ, осуществляемый съ ихъ помощью.

Между тѣмъ явный фактъ, что самое лучшее изъ соотвѣтствующихъ нуждамъ военной практики примѣненіе, такъ блистательно открытое полковникомъ Лосседá почти одновременно съ самымъ открытіемъ фотографіи, впало у насъ въ такую безпомощность, что никто въ нашемъ отечествѣ не чувствовалъ даже надобности въ томъ, чтобы дать ему имя и нѣмецкій ученый долженъ былъ сдѣлаться крестнымъ отцемъ покинутаго дитяти“.

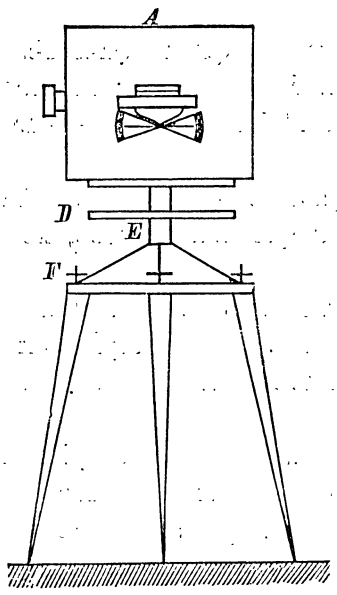
Профессоръ Ф. Штейнеръ **) въ своемъ сочиненіи о фототопографіи предполагаетъ причину этого, въ самомъ дѣлѣ, непонятнаго равнодушія въ томъ обстоятельствѣ, что несовершенства и неудобства тогдашняго коллодіоннаго способа не могли никого

*) V. Legros, Éléments de Photogrammetrie. Paris 1892.

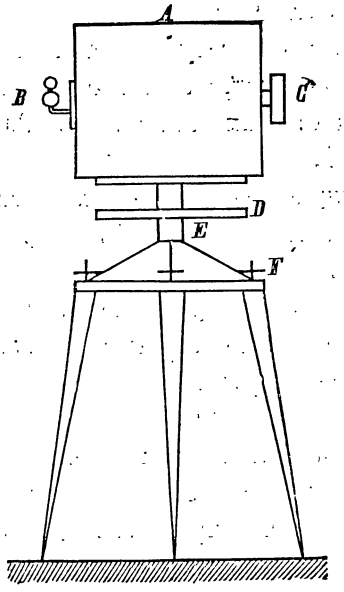
**) Prof. F. Steiner. Die Photographie im Dienste des Ingenieurs. Wien. Lechner, 1893.

*

привлечь къ этимъ занятіямъ. Отчасти же онъ находитъ причину въ недостаточной устойчивости аппарата Лосседа́ и въ трудности обращенія съ нимъ. Аппаратъ, которымъ работалъ Лосседа́ и который, вмѣстѣ со снятымъ имъ планомъ Парижа и другими фото-топографическими работами, былъ выставленъ на Парижской выставкѣ 1867 года, состоялъ изъ камеры въ 16 дюйм. ширины и 13 дюйм. высоты, при фокусномъ разстояніи объектива въ 22 см. (фиг. 1 и 2).



Фиг. 1.

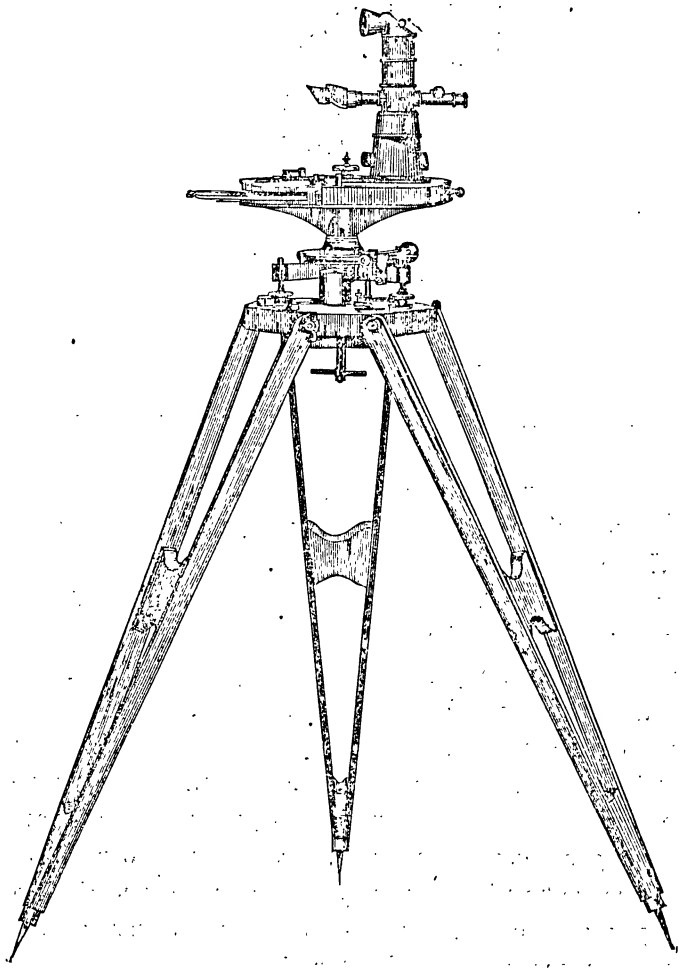


Фиг. 2.

Аппаратъ Лосседа (1861 г.)

Объективъ былъ, такъ называемый, видовой съ очень небольшимъ полемъ зрѣнія, въ 30°. Камера была поставлена на цилиндрѣ E, снабженномъ тремя подъемными винтами F. На цилиндрѣ, вокругъ котораго вращалась камера A, былъ насаженъ горизонтальный кругъ D, семи дюймовъ въ діаметрѣ, съ дѣленіемъ въ 15 секундъ, а на верху его находились четыре выступа, къ которымъ камера прикрѣплялась винтами. Съ лѣвой стороны камеры помѣщалась зрительная труба B съ вертикальнымъ секторомъ, могущимъ двигаться приблизительно на 15° выше и ниже горизонта, съ сѣткою и очень чувствительнымъ уровнемъ. Для уравненія довольно значительнаго вѣса зрительной трубы, на противоположной сторонѣ камеры помѣщался противовѣсъ C. Не смотря на несовершенство метода и плохой объективъ, дававшій правильное перспективное изображеніе всего въ 30°, первыя работы Лосседа́ вызвали всеобщее удивленіе.

Явившійся въ 1864 году аппаратъ Шевалье, извѣстный у насъ подъ названіемъ „фотографическій планшетъ“ и въ свое время довольно распространенный во французской арміи (фиг. 3 и 4), не смотря на многочисленныя улучшенія, также не имѣлъ прочнаго успѣха.

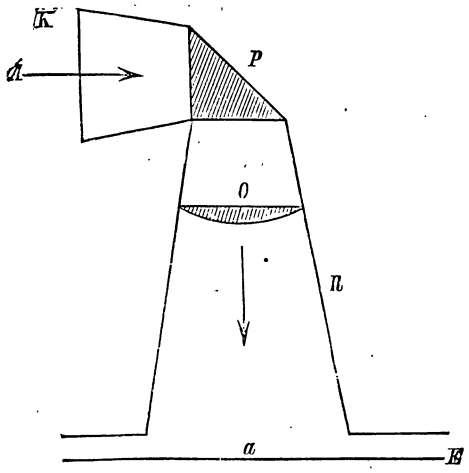


Фиг. 3. Фотографическій планшетъ Шевалье.

2. Въ настоящее время, послѣ несомнѣнныхъ успѣховъ фототопографіи въ Германіи, Италіи и Австріи, во Франціи вновь начали заниматься ею, между прочими ле-Бонъ *), пользовавшійся

*) G. le Bon. Les levers photographiques et la photographie en voyage. Paris 1889. Gauthiers-Villars.

фототопографическимъ аппаратомъ, во время своихъ путешествій, для опредѣленія размѣровъ археологическихъ памятниковъ и другихъ сооруженій. Въ своемъ сочиненіи онъ подробно описываетъ



Фиг. 4. Расположеніе стеколъ въ трубѣ аппарата Шевалье.

примѣненіе простыхъ фотографическихъ аппаратовъ къ фототопографическимъ работамъ. Подобными же работами съ успѣхомъ занимался Легро.

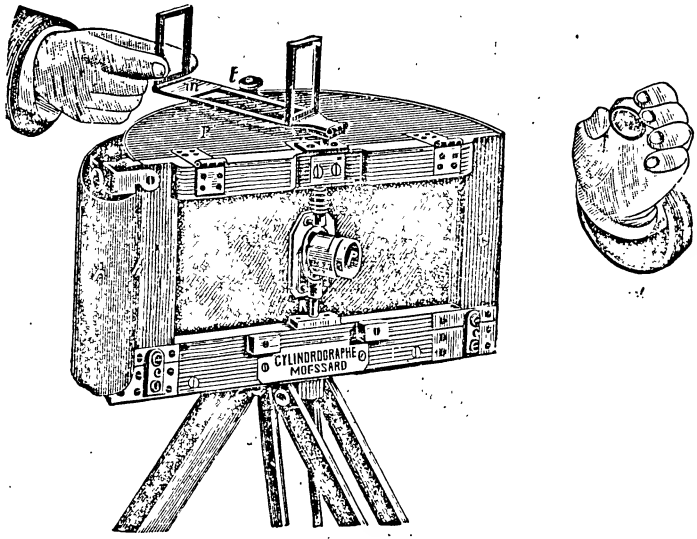
Большой интересъ представляетъ аппаратъ пр. Мёссара, называемый имъ цилиндрографомъ *).

Преслѣдуя цѣль получить заразъ цѣлую панораму, онъ устроилъ свой аппаратъ въ формѣ полукруга I, въ центрѣ котораго помѣщается объективъ P на особой вертикальной оси R, соединенной въ верхней части аппарата съ линейкою n, съ двумя діоптрами. Помощью этой линейки объективъ приводится во вращательное движеніе вокругъ оси, что даетъ возможность освѣтить послѣдовательно всю свѣточувствительную пленку (фильмъ), вложенную въ полукруглую кассету, и получить такимъ образомъ изображеніе снимаемой мѣстности въ 180° (Фиг. 5).

Идея эта безспорно прекрасна и, какъ авторъ имѣлъ случай убѣдиться, очень практична для сниманія панорамъ простымъ фотографическимъ способомъ; но для фототопографическихъ снимковъ цилиндрографъ Мессара представляетъ много неудобствъ. Во-первыхъ, самая сложность и громоздкость аппарата, тѣмъ болѣе въ дальнемъ путешествіи, крайне неудобны; во-вторыхъ, полукруглая

*) R. Moessard. Le cylindrographe topographique. Paris, 1889. Gauthiers-Villars.

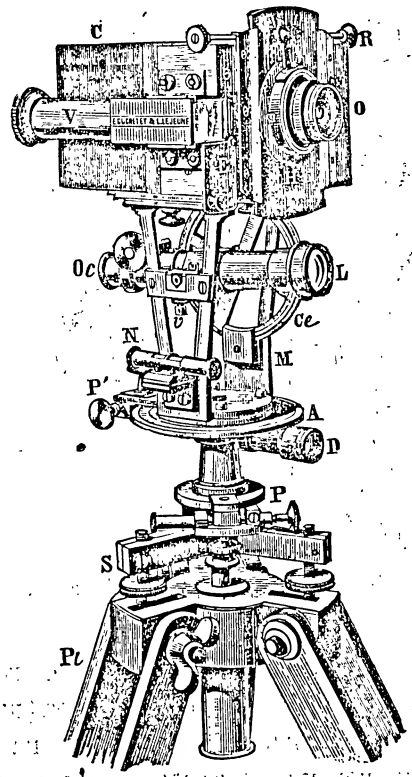
кассета сдѣланная изъ каучука, подвергается при разныхъ температурахъ значительному измѣненію, помимо того, что открываніе и закрываніе задвижки кассеты, которыя производятся съ одного конца продольной стороны къ другому, крайне затруднительны. Въ-третьихъ, нельзя (изъ-за большой стоимости, а также тяжести) взять съ собою большаго числа кассетъ, что необходимо при геодезическихъ съемкахъ большихъ пространствъ, или въ горахъ, гдѣ требуется много снимковъ, а иногда невозможно мѣнять пластинки раньше вечера, такъ какъ перезаряженіе пластинокъ въ мѣшкѣ можетъ быть, при всей осторожности, причиною разныхъ неудачъ.



Фиг. 5. Цилиндрографъ Мессара.

Еще есть весьма важное обстоятельство, говорящее противъ употребленія цилиндрографа въ фототопографической практикѣ. Оно состоитъ въ невозможности отмѣчать на самой пластинкѣ вѣрной горизонтали, потому что самое легкое движеніе аппарата во время вращенія объектива, незамѣтное даже на фотографіи, можетъ имѣть, вслѣдствіе измѣненія горизонта, большое значеніе при опредѣленіи высотъ; также случается растяженіе изображенія въ горизонтальномъ направленіи. Въ довершеніе всего авторъ, какъ старый фотографъ-практикъ, долженъ сказать, что проявленіе фильмъ большаго размѣра можно производить хорошо въ удобной лабораторіи, а не въ дорогѣ, гдѣ другой разъ приходится мириться съ разными неудобствами.

Самый изобрѣтатель фототопографіи Лосседа́ также выступилъ вновь съ нѣкоторыми литературными работами и планами мѣстностей, снятыми съ воздушнаго шара на наклонныхъ пластинкахъ. По его же указаніямъ построенъ новый фототеодолитъ (фиг. 6), недавно (1895 г.) выпущенный парижскою фирмою E. Ducretet & L. Lejeune. Этотъ инструментъ состоитъ изъ переводимаго черезъ зенитъ теодолита, надъ которымъ помѣщается маленькая камера, снабженная магазинной кассетою съ 15 пластинками размѣра $6^1/_2 \times 9$ см. Камера съемная, такъ что какъ она, такъ и теодолитъ, могутъ быть употреблены отдѣльно, по системѣ О Ней (Берлинъ).

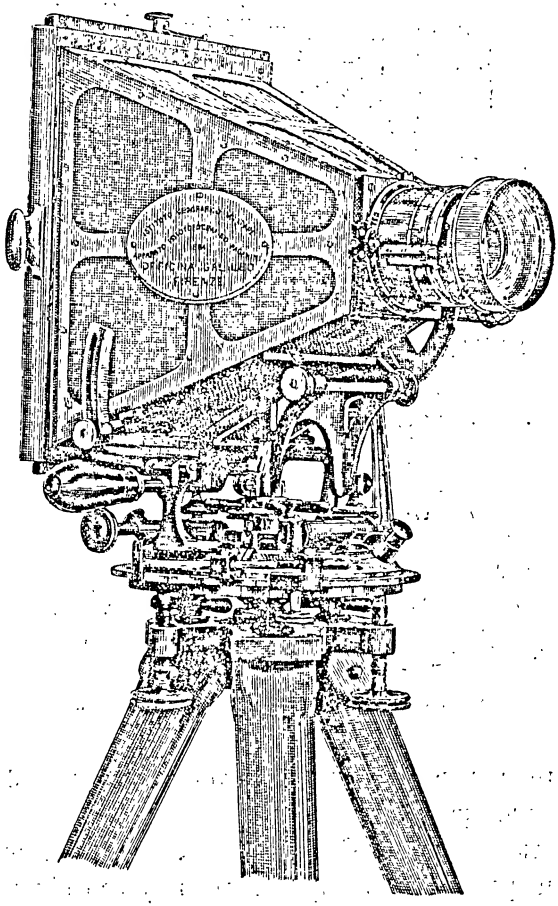


Фиг. 6. Фототеодолитъ Лосседа.

Употребляемый форматъ, однако-жъ, слишкомъ малъ для полученія снимковъ, годныхъ безъ увеличенія для отысканія ясно опредѣленныхъ точекъ въ достаточномъ количествѣ, а увеличеніе—какъ бы то ни было, усложняетъ работу и уменьшаетъ рѣзкость оригинальнаго негатива.

3. Въ Италіи, не смотря на рано (еще въ 1854 г.) начатые

опыты профессора Порро, устроившаго весьма остроумный аппаратъ съ сферической картинной плоскостью и шарообразнымъ объективомъ (стеклянный шаръ, наполненный водою), за скорою смертью этого перваго въ Италіи дѣятеля, фототопографія пришла въ забытье до 1878 года, когда генералъ Ферреро, указывая на усовершенствованіе фотографическихъ инструментовъ и способовъ (тогда началось введеніе бромо-желатинныхъ пластинокъ), а также на успѣхи фототопографіи въ Германіи, энергично ее пропагандировалъ въ итальянскомъ Военно-топографическомъ институтѣ.

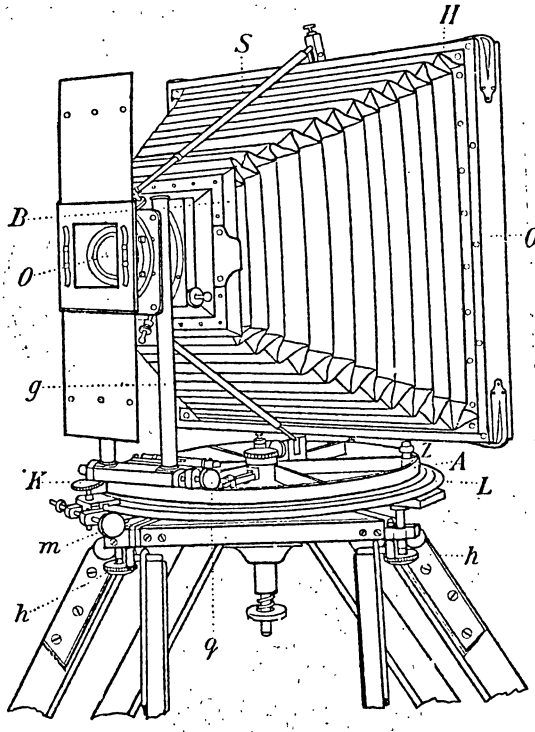


Фиг. 7. Аппаратъ Паганини.

Исполненные по его порученію съемки въ высокихъ Альпахъ показали, что фототопографія, особенно въ гористыхъ мѣстахъ, превосходитъ всѣ другіе способы геодезическихъ съемокъ. Имя Паганини, руководившаго фототопографическими работами въ Италіи и издав-

шаго два прекрасныхъ сочиненія по фототопографіи *), пользуется громкой извѣстностью и его карты Грайскихъ и Рэтійскихъ альповъ представляютъ собою лучшее, что до сихъ поръ создано картографіею.

Въ настоящее время итальянское правительство поручило Паганини составленіе картъ Эритрейскихъ колоній. Паганини пользовался для своихъ снимковъ аппаратомъ (фиг. 7), построеннымъ имъ же; онъ соединилъ въ немъ конструкцію аппаратовъ Лосседа и Мейденбауера. Теперь, по его же указаніямъ, въ *Officino Galileo* во Флоренціи



Фиг. 8. Фототеодолитъ Мейденбауера.

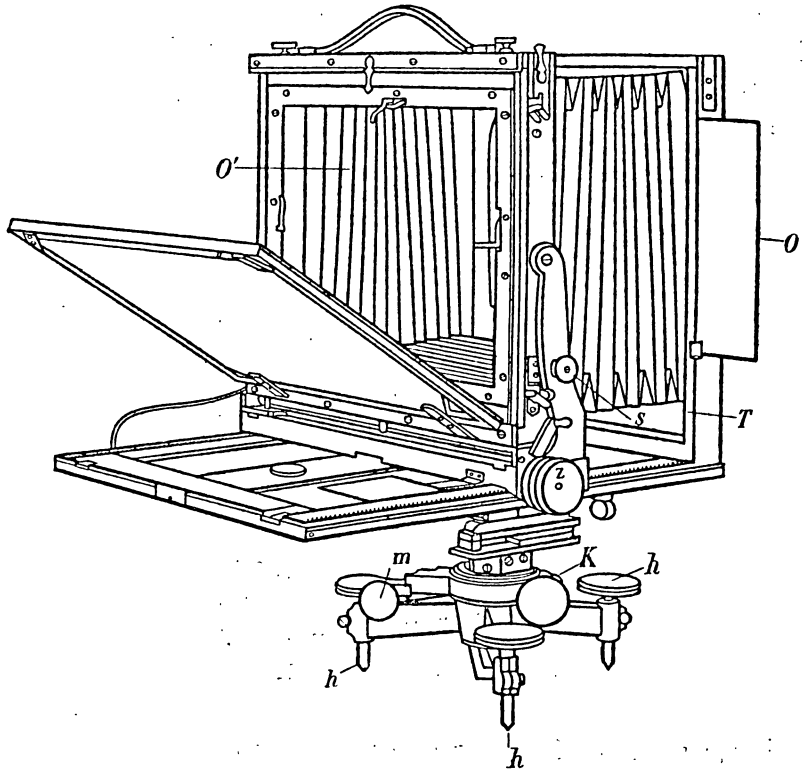
строится новый аппаратъ, походящій устройствомъ на фототеодолитъ Штарке и Каммерера въ Вѣнѣ.

Въ мастерской Officino Galileo изготовляются также придуманные Паганини графическіе инструменты для ускоренія черченія фототопографическихъ плановъ и картъ, о которыхъ будетъ сказано ниже.

4. Въ Германіи начало фотогопографическихъ работъ относится къ 1866 году, когда Мейденбауеръ предложилъ ея введеніе военному

*) 1) La Fototopografia in Italia, par Luigi Pio Paga nini, Roma. S. Civelli, 1889. 2) Nuovi appunti di Fototopografia. Roma 1896.

министерству. Сдѣланныя имъ лѣтомъ 1867 года совмѣстно съ Прусскимъ генеральнымъ штабомъ съемки города Фрейбургъ на рѣкѣ Унструтъ въ масштабѣ 1:1000 увѣнчались полнымъ успѣхомъ и значительно превзошла одновременныя работы Лосседа, чему много способствовало то обстоятельство, что устроенный по указаніямъ Мейденбауера фототеодолитъ (фиг. 8), помимо своей солидной конструкціи, былъ снабженъ прекраснымъ объективомъ—пантоскопомъ, имѣвшимъ громадный уголъ въ 105°.



Фиг. 9. Аппаратъ Фогеля и Дергенса.

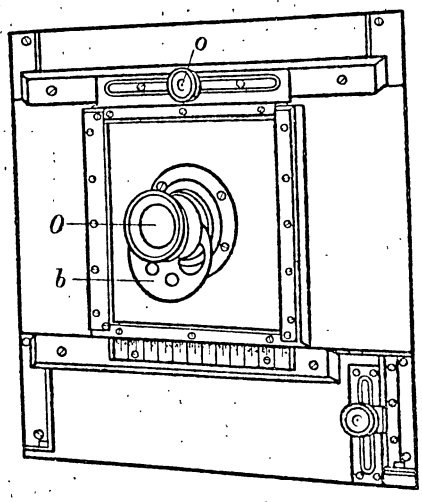
Одновременно почти съ Мейденбауеромъ занимался фототопографіею докторъ Штольце, получившій устроеннымъ имъ аппаратомъ также прекрасные результаты. Между прочимъ, во время его путешествій въ 1878 году въ Персіи, ему удалось въ 5 часовъ, хотя съ большими трудами и даже опасностью жизни, грозившей отъ фанатической черни, сдѣлать съ крыши одного дома, въ Ширасѣ, 54 снимка. Также замѣчательны его снимки развалинъ Персеполиса, сдѣланные въ шесть дней на 200 пластинкахъ.

Еще въ 1873 году извѣстный своими геодезическими трудами

д-ръ В. Іорданъ указалъ, что планъ можно составить не только изъ полученныхъ по правиламъ фототопографіи снимковъ, но что это возможно и по простымъ, продажнымъ фотографіямъ, слѣдуя извѣстнымъ законамъ. Онъ такимъ образомъ исполнилъ планъ оазиса Дахель и города Гаеръ-Дахель изъ доставленныхъ ему снимковъ фотографа-путешественника Ремеле́, и планъ этотъ оказалъ хорошія услуги экспедиціи, предпринятой зимою 1873 и 1874 годовъ, подъ предводительствомъ Рольфсъ, въ Ливійскую пустыню.

Описаніе этого интереснаго способа помѣщено ниже въ главѣ XI.

Профессора Фогель и Дергенсъ (Технич. Инст. въ Берлинѣ) также содѣйствовали усовершенствованію фототопографіи и устроили первый аппаратъ (фиг. 9 и 10), въ которомъ главныя вертикаль и горизон-



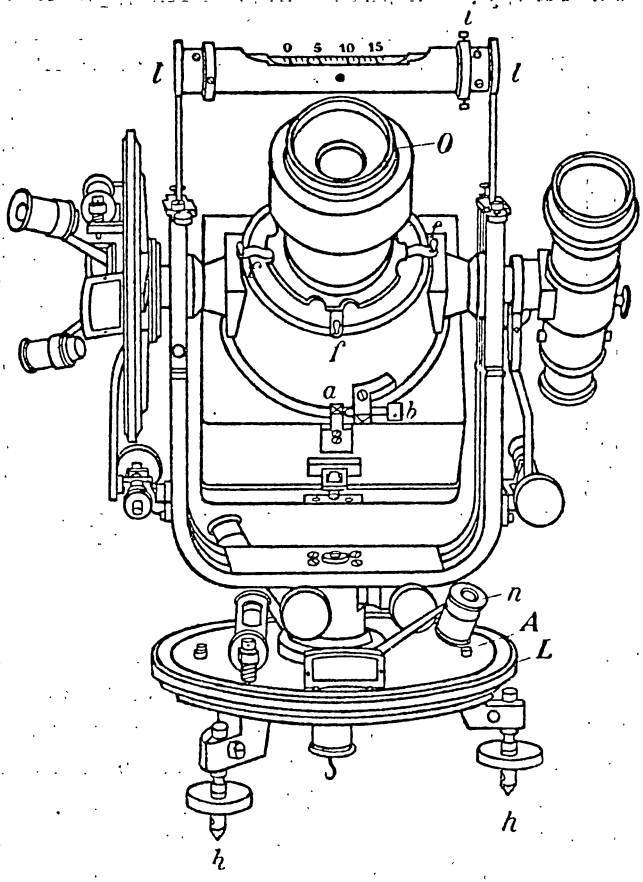
Фиг. 10. Аппаратъ Фогеля и Дергенса.

таль во время сниманія обозначались прямо на пластинкѣ, посредствомъ особыхъ значковъ, прикладываемыхъ къ ней во время экспозиціи, извнѣ камеры. Это устройство усовершенствовалъ д-ръ Коппе своею сантиметровой рамкой.

Dr. Коппе (профессоръ Техническаго института въ Брауншвейгѣ), издавшій первое руководство по фототопографіи въ 1889 году, *) устроилъ прекрасный аппаратъ для фототопографическихъ работъ и астрономическихъ наблюденій (фиг. 11), состоящій изъ теодолита и камеры, имѣющихъ общія горизонтальную и вертикальную оси, такъ что обѣ части инструмента одновременно описываютъ одни и

*) D-r. C. Koppe. Die Photogrammetrie oder Bildmesskunst. Weimar. 1889

тѣ же горизонтальные или вертикальные углы. Въ своей камерѣ при этомъ аппаратѣ онъ примѣнилъ прекрасную систему обозначенія на пластинкахъ главныхъ горизонтали и вертикали, вошедшую теперь во всеобщее употребленіе, взамѣнъ употребляемыхъ прежде значковъ и натянутыхъ крестообразно нитокъ, закрывавшихъ собою



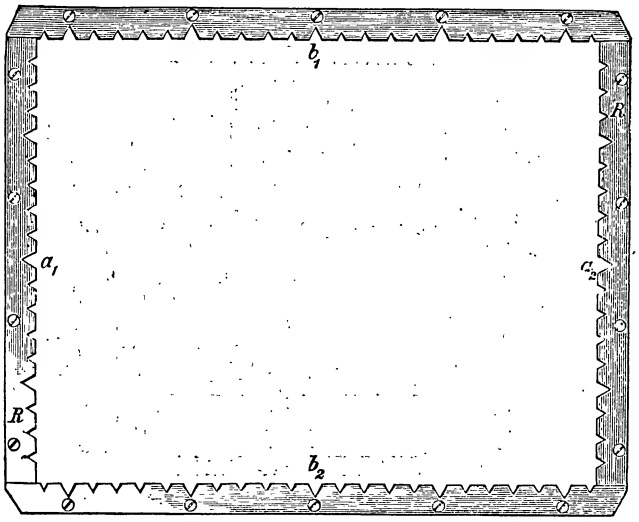
Фиг. 11. Аппаратъ Коппе.

часть чувствительной пластинки. Для этого онъ помѣстилъ въ кассетную часть камеры металлическую рамку (фиг. 12) съ вырѣзками въ разстояніи одного сантиметра другъ отъ друга, прижимающуюся во время экспозиціи къ краямъ пластинки и снимающуюся одновременно съ видомъ. Объ устройствѣ и удобствахъ этой системы будетъ сказано въ соотвѣтствующемъ мѣстѣ.

Кромѣ превосходно исполненныхъ топографическихъ работъ, Dr. Коппе 24 авг. 1888 года опредѣлилъ фототопографически

своимъ фототеодолитомъ высоту солнца надъ Брауншвейгомъ и вычислилъ широту мѣста, оказавшуюся 52°15,6′, тогда какъ опредѣленіе Геодезическаго института дало 52°16,4′.

Кромѣ вышеупомянутыхъ дѣятелей, въ Германіи занимаются фототопографіею еще многіе ученые, частью теоретически, частью практически. Между послѣдними выдѣляются д-ръ Пичъ и д-ръ



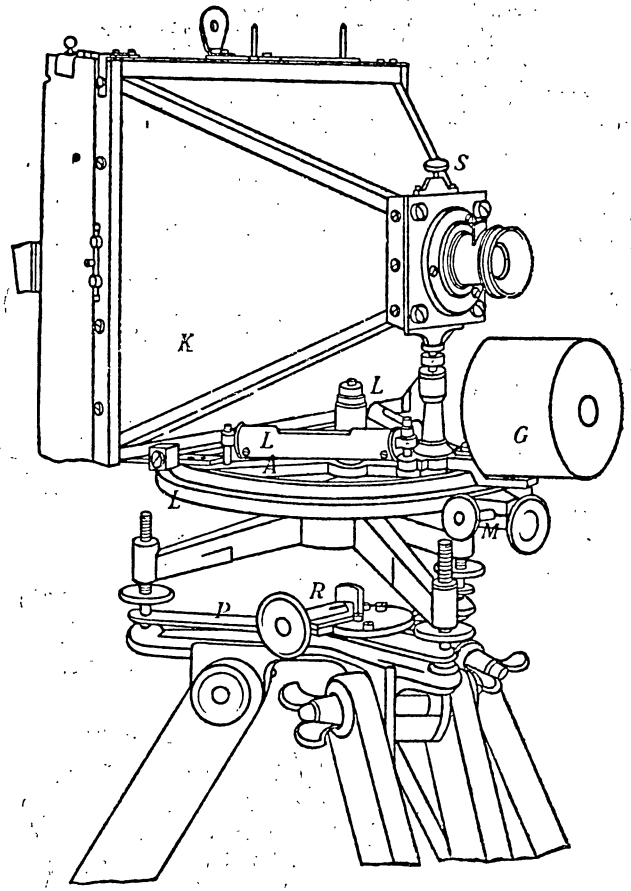
Фиг. 12. Рамка въ аппаратѣ Коппе.

Финнстервальдеръ. Первый изъ нихъ представилъ сдѣланныя, совмѣстно со своими учениками, съемки мѣстностей съ воздушнаго шара съ наклонной камерой, а д-ръ Финстервальдеръ не только распространялъ фототопографію какъ ученый, но также конструировалъ собственный аппаратъ (фиг. 13), исполнилъ прекрасныя съемки въ Тиролѣ въ планахъ съ горизонталями черезъ 20 метровъ и совмѣстно съ Блюмке и Гессомъ производилъ фототопографическія измѣренія ледниковъ.

5. Въ Австріи на фототопографію обратили вниманіе гораздо позже, чѣмъ въ упомянутыхъ ранѣе государствахъ, но тамъ она разомъ стала на твердую практическую почву.

Въ то время, какъ во Франціи и Италіи фототопографія почти не выходила изъ военно-топографическихъ круговъ, а въ Германіи ее развивали ученые, преимущественно для архитектурныхъ, археологическихъ и научныхъ цѣлей, въ Австріи, гдѣ также сначала обратилъ на нее вниманіе Военно-географическій институтъ, она съ радостью встрѣчена инженерами, и быстро пріобрѣла большое

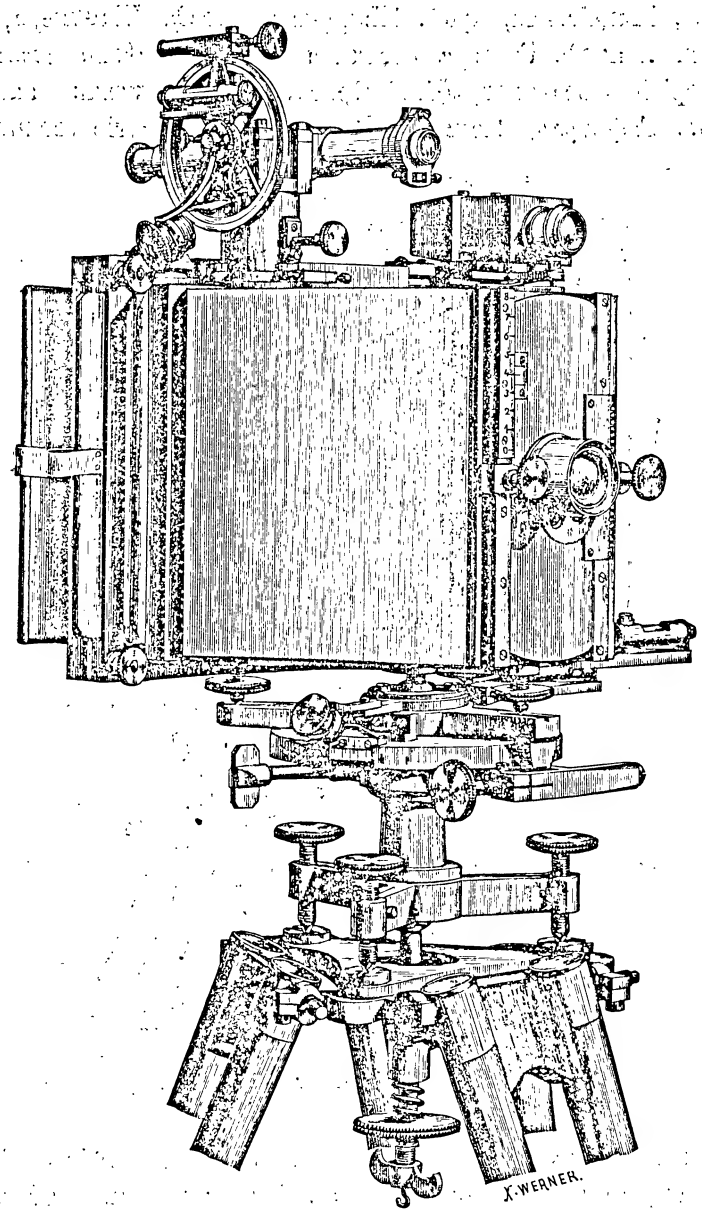
практическое значеніе. Министерство земледѣлія также скоро ввело этотъ методъ. Имена Пецваля, проф. д-ра Эдера, маіора Пиччигелли, Котстона, Мицкіевича, проф. Шиффнера, проф. Штейнера, проф. Користки и проф. Геллера остаются на всегда тѣсно связанными съ исторіей фототопографіи. Практическіе дѣятели: инженеры Мауреръ, Гафферль, Поллакъ, Ватъ, Кобза и другіе своими тру-



Фиг. 13. Аппаратъ Финстервальдера.

дами для чисто техническихъ цѣлей дали фототопографіи въ Австріи такое распространеніе, какое она нигдѣ не находила до тѣхъ поръ. Изысканія для желѣзныхъ дорогъ, съемки для проектовъ укрѣпленія горныхъ склоновъ, подробные планы лѣсныхъ участковъ для министерства земледѣлія, главнымъ образомъ, въ горахъ—все дѣлалось за послѣднее время фототопографическимъ способомъ. Нигдѣ не было столько публичныхъ лекцій и рефератовъ о фототопогра-

фическихъ работахъ и спеціально ихъ касающихся преній, какъ въ Австріи. Понятно, что все это движеніе вызвало многочисленные

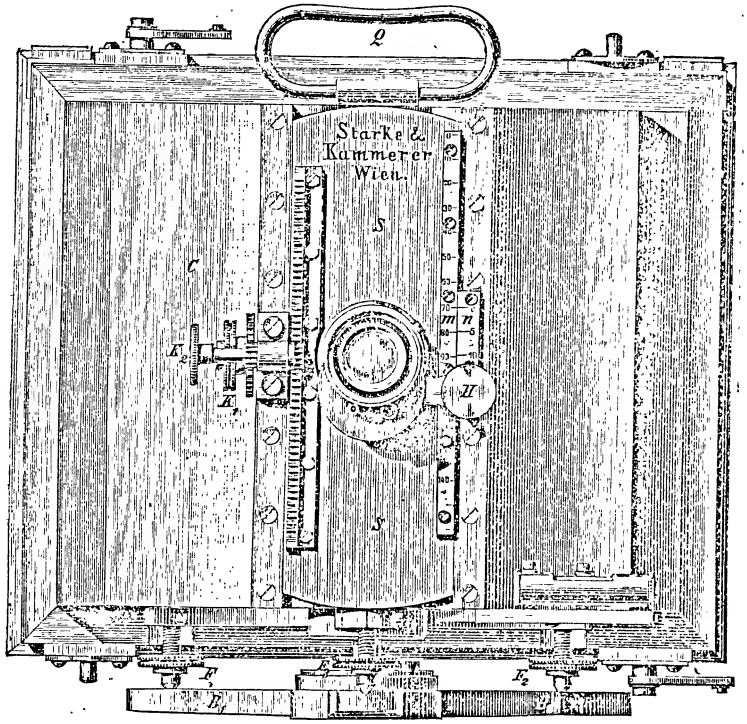


Фиг. 14. Аппаратъ Гартля.

другіе опыты на этомъ новомъ поприщѣ. Въ Военно-географическомъ институтѣ работаетъ дѣятельно полковникъ Гартль, въ настоящее время занятый, по приглашенію греческаго правительства, состав-

леніемъ картъ Греціи фототопографическимъ способомъ, для чего онъ построилъ особый аппаратъ (фиг. 14), выполненный въ мастерской Штарке и Каммерера въ Вѣнѣ; Гюбль, Бокъ и др. офицеры австрійскаго Военно-географическаго института также представили весьма удачныя работы.

Съ каѳедры Вѣнскаго техническаго института профессора Шелль и Долежаль, а пражскаго—проф. Штейнеръ воспитываютъ будущихъ дѣятелей фототопографіи. Послѣдній построилъ два аппарата.

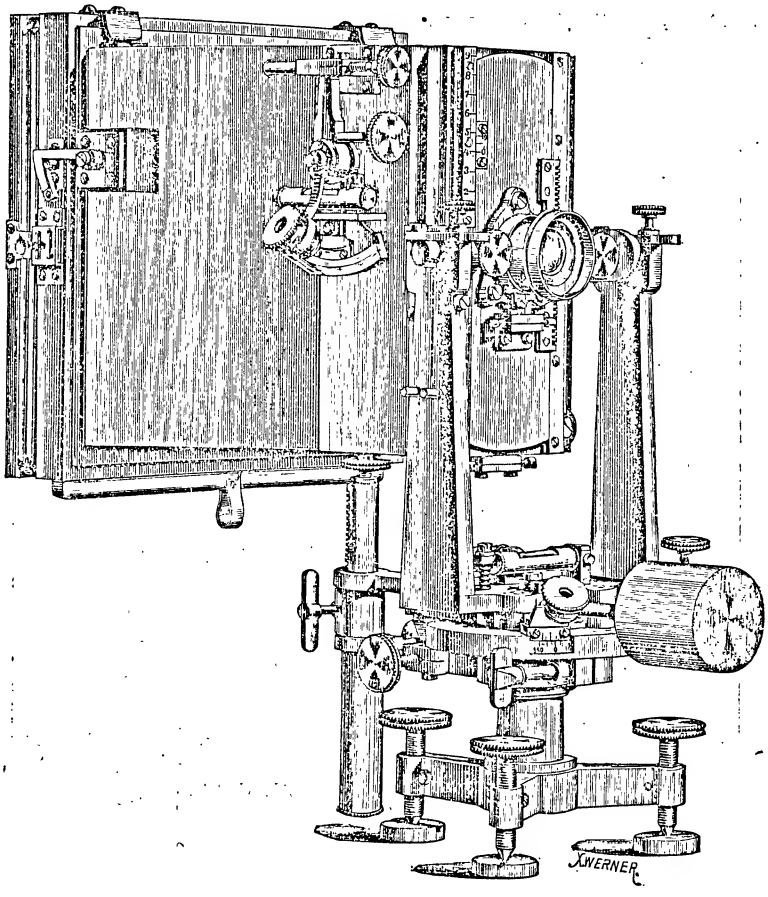


Фиг. 15. Аппаратъ Штарке и Каммерера.

Масса лицъ, занимающихся этою новою прикладною наукою, естественно вызывала усиленный спросъ на аппараты. Это имѣло послѣдствіемъ постоянное улучшеніе послѣднихъ, въ чемъ главнымъ образомъ отличалась фирма Лехнеръ въ Вѣнѣ, построившая по указаніямъ инженеровъ Поллакъ и Гафферль новый фототеодолитъ, отвѣчающій всѣмъ требованіямъ, какъ въ отношеніи удобствъ при работѣ, такъ и по тщательности отдѣлки. Фирма Штарке и Каммереръ въ Вѣнѣ приготовляетъ также для фототопографій прекрасные аппараты собственной системы (фиг. 15), безъ зрительной

15802
Библиотека Географическаго Общества

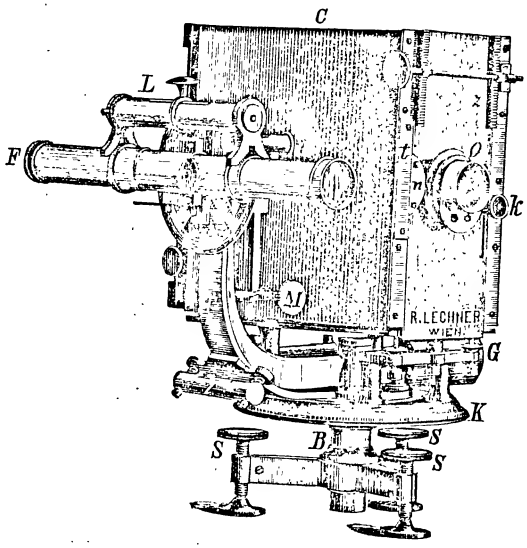
трубы и вертикальнаго лимба, съ однимъ окуляромъ въ серединѣ матоваго стекла; окуляръ образуетъ совмѣстно съ объективомъ зрительную трубу, служащую для визированія и опредѣленія высотъ и разстояній. Кромѣ собственнаго типа, они по заказу дѣлаютъ фототеодолиты по системѣ проф. Шелль (фиг. 16), аппаратъ очень инте-



Фиг. 16. Фототеодолитъ Шелля.

ресный по своей идеѣ (вторая узловая точка объектива находится надъ центромъ штатива,—для безусловной правильности съемокъ), но тяжелый и неуклюжій по устройству. Тамъ же можно получить довольно легкій аппаратъ (размѣръ пластинки 19×14 сантиметровъ) полковника Гартля, употребляющійся теперь при составленіи карты Греціи и устроенный для 24 снимковъ на пленкахъ одною кассетою (фиг. 14).

Фототеодолитъ Поллака (фиг. 17) фирмы Лехнеръ, какъ инструментъ наиболѣе совершенный въ настоящее время и пріобрѣтенный Министерствомъ путей сообщенія, будетъ описанъ болѣе подробно впослѣдствіи. Кромѣ фототеодолита системы Поллакъ, въ мастерскихъ фирмы Лехнеръ изготовляется такъ называемая фототопографическая мензула по системѣ капитана барона Гюбль, а также передѣлываются обыкновенныя фотографическія камеры для фототопографическихъ съемокъ.

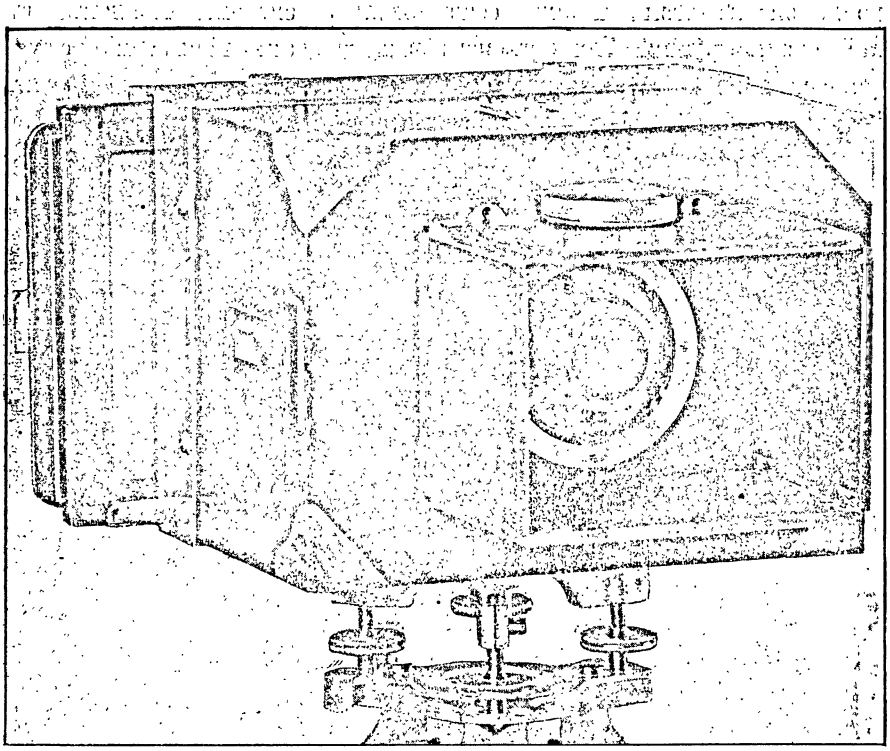


Фиг. 17. Фототеодолитъ Поллака.

6. Америка также дѣятельно примѣняетъ въ настоящее время фототопографію къ составленію картъ Канады. Еще въ серединѣ восьмидесятыхъ годовъ начались съемки приморскихъ береговъ Атлантическаго океана, проведенные съ большимъ успѣхомъ. М. Е. Девиль, предсѣдатель комиссіи государственнаго межеванія въ Канадѣ, еще въ 1886 году началъ измѣреніе нѣкоторыхъ горныхъ мѣстностей посредствомъ фотограмметріи, и болѣе чѣмъ съ 5.000 квадратныхъ километровъ были составлены превосходныя карты. Послѣ этихъ первыхъ опытовъ въ большомъ размѣрѣ Комиссія которой были переданы дальнѣйшія работы въ этомъ направленіи, сняла, при весьма трудныхъ обстоятельствахъ, 12.500 километровъ фототопографически. Е. Девиль составилъ объемистое сочиненіе о фотограмметріи, первое изданіе котораго въ весьма короткое время было распродано. Въ прошломъ году вышло второе—дополненное видами

*

и картами — изданіе этого сочиненія. Аппаратъ Девиля (фиг. 18), разбирается на части, и самый ящикъ для его упаковки служитъ для смѣны пластинокъ.



Фиг. 18. Аппаратъ Девиля.

7. У насъ въ Россіи, насколько автору извѣстно, только недавно, въ 1891 г., на Кавказѣ, были сдѣланы инженеромъ путей сообщенія Н. О. Виллеромъ опыты съемокъ плана посредствомъ фототопографіи, увѣнчавшіеся полнымъ успѣхомъ, но, къ сожалѣнію, не продолженные. Въ настоящее время, т. е. съ 1-го мая 1896 г. до 1 ноября текущаго 1897 г. производятся фотограмметрическія наблюденія надъ облаками въ Константиновской магнитной и метеорологической обсерваторіи въ Павловскѣ.

На юбилейной фотографической выставкѣ въ Москвѣ 1889 г. землемѣръ Морибель выставилъ фототопографическій аппаратъ своего издѣлія безъ всякихъ (кромѣ буссоли и уровня) геодезическихъ приспособленій, но работы, исполненныя этимъ аппаратомъ, выставлены не были. Въ 1887 году горный инженеръ Норпе читалъ въ Екатеринбургскомъ обществѣ любителей естествознанія рефератъ объ успѣ-

хахъ фотографіи, гдѣ вкратцѣ касался развитія заграницею фотограмметріи (фототопографіи). Литературныхъ трудовъ до сихъ поръ нѣтъ, если не считать таковыми печатный докладъ С. П. Бѣликова, преподавателя нисшей геодезіи при Московскихъ кадетскихъ корпусахъ, вошедшій, впрочемъ, въ заграничные списки литературы о фототопографіи и читанный имъ въ 1891 году подъ заглавіемъ: „О перспективныхъ и фотографическихъ съемкахъ мѣстности въ топографическомъ отношеніи", а также появившуюся въ Фотогр. Ежегодн. Деменьева за 1897 г. маленькую статью Н. Адріанова: „Фотограмметрія или топографическая съемка мѣстности фотографической камерой". Въ своемъ докладѣ г. Бѣликовъ, указавъ въ немногихъ словахъ значеніе перспективныхъ видовъ, полученныхъ различными способами, для топографіи, касается открытія и работъ Лосседа и немногихъ другихъ. Н. Адріановъ въ своей статьѣ излагаетъ элементарныя понятія фототопографіи и общій ходъ работъ.

III. Задача фототопографіи.

8. Общія дѣйствія. — 9. Въ равнинахъ. — 10. У береговъ рѣкъ, озеръ и моря. — 11. Для архитектурныхъ предметовъ. — 12. Для военныхъ цѣлей. — 13. Въ горахъ.

8. Задача фототопографіи состоитъ въ томъ, чтобы наискорѣйшимъ, точнѣйшимъ и простѣйшимъ способомъ исполнить геодезическія работы съемки плановъ и картъ, посредствомъ снятія фотографій обозначеннаго земельнаго участка съ разныхъ сторонъ и построенія плана по этимъ фотографическимъ снимкамъ, пользуясь извѣстными геометрическими законами. Можно фототопографическимъ аппаратомъ тріангулировать, нивеллировать и т. д., но такъ какъ эти работы не входятъ, строго говоря, въ область задачъ фототопографіи и, сверхъ того, лишили бы фототопографа драгоцѣннаго времени для исполненія болѣе важныхъ работъ, то мы не будемъ распространяться о томъ, что фототопографическій аппаратъ можетъ исполнить, а лишь будемъ говорить о томъ, въ чемъ состоитъ его прямая задача, а именно: произвести хорошо и скоро тѣ геодезическія работы, которыя другими инструментами исполняются съ большими трудностями и тратою времени.

9. Въ ровныхъ мѣстностяхъ, гдѣ для полученія возвышенной точки для установки аппарата пришлось бы прибѣгнуть къ постройкѣ особыхъ вышекъ, фототопографія не ищетъ поля своей дѣятельности. Выгода этого способа обнаруживается въ гористыхъ

мѣстностяхъ, гдѣ фототопографическими приборами можно исполнить работу, трудную и почти недоступную для другихъ инструментовъ.

10. Другая важная задача предстоитъ фототопографіи при измѣреніи большихъ озеръ и береговъ моря. Берега озеръ, большихъ рѣкъ, ихъ устьевъ и дельтъ, часто измѣняющихся, а также береговыя очертанія моря, находящіяся большею частью въ одной плоскости съ ихъ уровнемъ, снятыя въ случаѣ надобности съ искусственнаго возвышенія, могутъ быть переведены на планъ помощью одной, снятой съ нихъ, фотографіи.

Въ этомъ случаѣ фототопографія представляетъ такое простое средство для измѣренія и опредѣленія нужныхъ для подробнаго плана точекъ, какъ ни одинъ изъ практикуемыхъ геодезическихъ методовъ.

11. Фототопографія можетъ оказывать незамѣнимыя услуги архитектурѣ и археологіи, что достаточно доказано прекрасными работами д-ра Лебона, Штольца, проф. Мейденбауера и многихъ другихъ, снявшихъ во время своихъ путешествій на дальнемъ востокѣ и въ другихъ мѣстахъ памятники и зданія, недоступныя измѣренію другимъ способомъ, и доставившихъ помощью фототопографіи подробные чертежи этихъ сооруженій и планы окружающихъ ихъ мѣстностей.

12. Преимущество фототопографическаго способа—получать подробныя данныя въ большомъ отдаленіи отъ снимаемаго предмета (тѣмъ болѣе при употребленіи телеобъектива)—можетъ имѣть громадное значеніе для военныхъ цѣлей при осадныхъ или оборонительныхъ дѣйствіяхъ и пр., такъ какъ изъ фототопографическихъ снимковъ получаются безспорно самыя точныя свѣдѣнія о характерѣ снятой мѣстности.

13. Еще большія услуги фототопографія можетъ оказать въ военно-топографическомъ дѣлѣ, главнымъ образомъ, въ гористыхъ мѣстахъ, гдѣ измѣренія высотъ производятся тригонометрически и барометрически и представляютъ топографу громадныя трудности. Посредствомъ фототопографіи всѣ эти работы, какъ уже сказано, упрощаются и облегчаются, а результаты несомнѣнно лучше. Топографы, имѣвшіе случай сравнивать карты горныхъ мѣстъ, сдѣланланныя этимъ способомъ, съ картами, сдѣланными обыкновеннымъ топографическимъ пріемомъ, пришли къ слѣдующему заключенію: въ первомъ — рисунокъ черта за чертою тождественъ съ природою, а въ послѣднемъ — господствуютъ схематичность и довольство грубою формою. Дѣйствительно, карты Грайскихъ и

Рэтійскихъ альповъ, снятыя Паганини и выставленныя на послѣдней географической выставкѣ въ Вѣнѣ, затмили своей законченностью и правдивостью всѣ другія работы этого рода. Полковникъ Гартль, руководящій составленіемъ картъ Греціи помощью фототопографіи, говоритъ: „Греція можетъ считаться первымъ въ мірѣ государствомъ, которое достигнетъ идеальной цѣли топографіи имѣть совершенное представленіе о своей землѣ, соотвѣтствующее вполнѣ не только военнымъ надобностямъ, но и всѣмъ другимъ, даже болѣе еще важнымъ, техническимъ потребностямъ.

IV. Преимущества фототопографіи надъ другими геодезическими работами.

14. Фотографія какъ неоспоримый документъ. — 15. Устраненіе визирныхъ и другихъ ошибокъ. — 16. Снятіе недоступныхъ мѣстъ. — 17. Черченіе плана безъ участія съемщика.—18. Быстрота производства полевыхъ работъ.

14. Кромѣ вышеупомянутыхъ свойствъ фототопографіи: скорости, точности и простоты, она имѣетъ еще много преимуществъ, требующихъ болѣе спеціальнаго описанія. Главное изъ нихъ то, что ни одинъ изъ практикуемыхъ геодезическихъ способовъ не можетъ представить характеръ мѣстности съ такою вѣрностью и правдивостью, какъ фототопографія, прямо индивидуализирующая снятую ею мѣстность. Съ какимъ, напримѣръ, умѣньемъ нужно было бы поставить при мензульныхъ съемкахъ вѣхи, или при тахеометрическихъ измѣреніяхъ рейки, чтобы на основаніи полученныхъ данныхъ чертить планы и производить опредѣленія высотъ со всѣми тонкостями существующихъ формъ мѣстности, какъ это получается фототопографіею безъ труда и спеціальныхъ мѣръ.

Кроки (наброски) топографа дѣлаются излишними. Сама фотографія даетъ наилучшій эскизъ, по которому легко находятся всѣ характерныя точки, граничныя линіи ручейковъ, рѣкъ, дорогъ, зданій, перелѣсковъ и пр., по которымъ легко различить культивированныя земли отъ некультивированныхъ, удобныя земли отъ каменистыхъ и пр. Для топографа же кроки составляютъ весьма важное пособіе, требующееся ему какъ въ полѣ, такъ и дома при врисовываніи подробностей изготовляемыхъ плановъ.

Отмѣтка разныхъ точекъ мѣстности колышками или при тахеометріи рейками, отнимающая много времени и труда, также не требуется, такъ какъ для фототопографіи выбираются такія станціи,

которыя даютъ возможность легко найти важныя, характерныя точки мѣстности съ двухъ станцій.

15. Ошибки въ отсчитываніи угловъ при визированіи, при наблюденіи реечныхъ знаковъ, также невѣрныя показанія помощниковъ и реечниковъ въ фототопографіи немыслимы, между тѣмъ какъ этимъ страдаетъ большинство съемокъ съ мензулой, теодолитомъ и тахеометромъ, причемъ часто требуется для повѣрки вторичный обмѣръ уже пройденныхъ пространствъ.

Фотографія есть неоспоримый документъ для контроля и справокъ, въ ней не можетъ быть обычныхъ колимаціонныхъ ошибокъ. Большія съемки пространства составляются изъ меньшихъ—сложеніемъ, какъ при съемкахъ ординатами; ошибки измѣреній также при этомъ слагаются, и поэтому—чѣмъ больше промѣренное пространство, тѣмъ очевиднѣе ошибки. При фототопографіи всякая точка опредѣляется независимо отъ другихъ. Отъ этого получается равномѣрная точность опредѣленій, недоступная для съемокъ, произведенныхъ другими способами. Ошибки при работахъ геодезическими инструментами часто трудно обнаружить; при фототопографіи онѣ сами собою устраняются. Многія точки могутъ быть провѣрены съ нѣсколькихъ станцій и фототопографическое вычисленіе высотъ позволяетъ повѣрить полученный результатъ для каждой точки.

Фототопографическій снимокъ не связанъ масштабомъ; построеніе можетъ совершаться въ любомъ масштабѣ, лишь бы былъ выбранъ надлежащій базисъ. Въ этомъ отношеніи также ясно видно сравнительное неудобство мензульныхъ съемокъ, получаемыхъ въ одномъ только экземплярѣ и при этомъ въ томъ масштабѣ, въ какомъ производилось измѣреніе.

Съемки кривыхъ линій, дѣлающіяся при прямыхъ измѣреніяхъ лишь приблизительно, получаются фототопографіею со всею отчетливостью; въ планѣ можно опредѣлить горизонталь столькими точками, сколько можетъ дать фотографія.

16. Для фототопографіи не существуетъ недоступныхъ точекъ. Съ какими трудностями приходится другой разъ бороться инженеру, проводящему линію желѣзной дороги въ горахъ, на обрывахъ и берегахъ рѣкъ и рѣчекъ. Въ видѣнныхъ авторомъ фотографіяхъ альбома изысканій Кругобайкальской линіи Сибирской жел. дор. ясно представились эти трудности, зачастую сопряженныя съ опасностью для жизни, когда приходилось спускаться на веревкахъ съ утеса на утесъ съ тяжелымъ инструментомъ въ рукахъ.

Фототопографія получаетъ въ такихъ мѣстахъ нужныя точки съ

тою же вѣрностью, какъ и въ ровныхъ мѣстностяхъ. Въ этомъ заключается громадное значеніе ея при съемкахъ въ горахъ, гдѣ съ нею не могутъ конкурировать другіе геодезическіе пріемы.

17. Затѣмъ черченіе плановъ на основаніи фототопографическихъ снимковъ можетъ производиться всякимъ, знакомымъ съ графическими условіями и пріемами способа, даже никогда не видавшимъ снятой мѣстности. При тахеометріи было бы крайне трудно неучаствовавшему въ съемкахъ сдѣлать удовлетворительныя работы по журналу съемщика.

Фототопографія даетъ одновременно какъ горизонтальныя, такъ и вертикальныя разстоянія и высоты отдѣльныхъ точекъ и вообще полную картину мѣстности съ горизонталями.

18. Полевая работа дѣлается быстро. Быстрота и дешевизна, сбереженіе времени и труда идутъ рука объ руку съ превосходствомъ получаемыхъ результатовъ. Въ нѣсколько часовъ полевой работы фототопографія дѣлаетъ съ небольшими расходами то, на что обыкновенные геодезическіе способы требуютъ дни, и даже недѣли, и большія издержки. Столько же времени требуетъ съемка мензулой или теодолитомъ, гдѣ, кромѣ составленія плана, требуется детальная нивеллировка для полученія высотъ. Тахеометрическія съемки въ этомъ отношеніи совершеннѣе, опредѣляя однимъ визированіемъ положеніе, разстояніе и высоту визированной точки, но одновременно могутъ быть измѣрены сравнительно небольшія пространства. Хотя въ горахъ употребленіе тахеометра имѣетъ несомнѣнныя преимущества предъ съемкою мензулой, но во всякомъ случаѣ тахеометрія должна и тамъ уступать болѣе значительнымъ преимуществамъ фототопографіи.

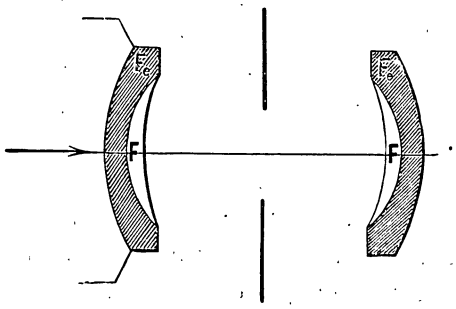
Конечно, фототопографія требуетъ отъ исполнителя подробнаго знанія фотографической практики. Это обстоятельство не можетъ, однакожъ, уменьшить ея достоинства. Это такая же необходимость, какъ напримѣръ та, которая ставится въ обязанность каждому топографу—самому прикрѣпить бумагу къ планшету.

Въ настоящее время упрощеніе и усовершенствованіе фотографической техники позволяютъ въ сравнительно короткій срокъ освоиться съ ея пріемами. Необходимые матеріалы, посуда и химическіе продукты для проявленія и закрѣпленія негативовъ, при раціональной укладкѣ ихъ, не представляютъ особенной тяжести, а потому и не причиняютъ большихъ неудобствъ при перевозкѣ.

V. Объ объективахъ, годныхъ для фототопографіи.

19. Лучшіе изъ симметрическихъ объективовъ.— 20. О телеобъективахъ.— 21. О діафрагмированіи. — 22. О фокусномъ разстояніи. — 23. Измѣреніе фокуснаго разстоянія.

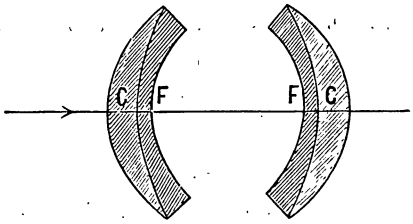
19. Такъ какъ для составленія плановъ по фотографическимъ даннымъ непремѣнно требуется фотографическій рисунокъ безъ малѣйшаго искаженія линій даже на краяхъ изображенія, то естественно, что употребляемый для снятія объективъ долженъ быть свободенъ отъ сферической и хроматической аберрацій, т. е. прямыя линіи должны остаться прямыми (безъ искривленій) и на краяхъ матоваго стекла камеры. Объективъ ахроматическій состоитъ изъ двухъ стеколъ различной плотности, двояко-выпуклаго изъ кронгласа и вогнутаго изъ флинтгласа. Такими ахроматическими объективами называются всѣ апланаты (фиг. 19). Входить подробно въ описаніе



Фиг. 19. Апланаты.

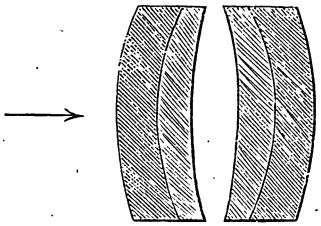
устройства разныхъ системъ объективовъ не цѣль этой статьи. Поэтому укажемъ желающимъ получить свѣдѣнія по этому предмету на существующую по фотографической оптикѣ литературу, ограничиваясь лишь необходимыми замѣчаніями. Пантоскопа Буша (фиг. 20), вслѣдствіе нѣкоторой утрировки перспективы, авторъ не рекомендуетъ. Лучшими объективами для фототопографіи можно считать широкоугольные (фиг. 21) и изъ нихъ особенно анастигматы и двойные анастигматы (Цейза, Герца и др.) (фиг. 22)., состоящіе изъ двухъ ахроматическихъ чечевицъ. Они обладаютъ большою силою свѣта, большимъ угломъ зрѣнія и даютъ весьма равномѣрную рѣзкость различныхъ плановъ. Спеціально для фототопографіи удобнѣе всего серіи широкоугольныя (Цейзъ, серія IV. 1 : 18, для пластинокъ 18×24 см.), имѣющія поле зрѣнія около 100°.

20. Въ 1892 году Штейнгейль въ Мюнхенѣ устроилъ новый объективъ для снятія весьма отдаленныхъ предметовъ въ сравнительно большомъ размѣрѣ, такъ называемый телеобъективъ, пробные снимки съ котораго помѣщены въ „Jahrbuch der Photographie u. Reproductionstechnich v. D-r. Eder, Wien 1893“ и который, въ соединеніи съ его апланатомъ, даетъ прекрасные результаты.

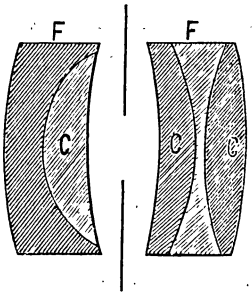


Фиг. 20. Пантоскопъ Буша.

Приложенные въ упомянутомъ „Jahrbuche“ (ежегодникъ) рисунки представляли одинъ и тотъ же видъ, снятый сначала однимъ апланатомъ, а затѣмъ во второй разъ съ того же мѣста,—съ придѣланнымъ телеобъективомъ, причемъ второй видъ (церковь въ Мюнхенѣ) былъ въ 10 разъ больше перваго, снятаго простымъ апланатомъ. Конечно, соотвѣтственно фокусному разстоянію телеобъектива,



Фиг. 21. Широкоугольный объективъ.



Фиг. 22. Двойной анастигматъ.

камера была удлинена въ 3 раза (фокусное разстояніе апланата 24 см., а съ телеобъектива 70 см.), а экспозиція увеличилась съ $^1/_{50}$ с. на 3 с., т. е. больше противъ апланата въ 150 разъ.

Понятно, что такіе телеобъективы могли оказать иногда большія услуги фототопографіи. Но спеціально построенныя для фототопографическихъ работъ камеры большею частью устраиваются для постояннаго фокуса, безъ раздвигающихся мѣховъ, а потому употребленіе при нихъ такихъ объективовъ невозможно. Такъ какъ

едва ли часто приходится прибѣгать къ помощи телеобъектива и придѣлываніе къ этимъ спеціальнымъ камерамъ мѣховъ неудобно, то въ случаѣ надобности необходимо запастись простой камерой соотвѣтствующей длины.

21. Весьма важную роль для фототопографическихъ снимковъ играютъ діафрагмы. Чтобы получить яснѣе очерченное изображеніе какой-нибудь свѣтящейся точки, представляющейся въ недіафрагмированномъ объективѣ въ видѣ увеличеннаго свѣтящагося кружка, необходимо исключить при его воспроизведеніи часть образуемаго имъ свѣтоваго пучка, что и дѣлается посредствомъ діафрагмированія.

Хотя отъ сильнаго діафрагмированія объектива удлиняется экспозиція и нѣсколько страдаютъ художественный эфектъ, нѣжность переходовъ тоновъ и задняго плана, но необходимо принять во вниманіе, что фототопографъ не трудится для художественной коллекціи, а долженъ заботиться лишь о томъ, *чтобы получить въ фотографіи ясный, неопровержимый документъ, снятый для весьма отвѣтственной работы.*

Чѣмъ рѣзче фотографія, тѣмъ больше въ ней ясно замѣтныхъ точекъ и тѣмъ легче становится отысканіе соотвѣтствующихъ точекъ на фотографіяхъ, снятыхъ съ другихъ станцій.

При этомъ считаемъ нужнымъ сказать нѣсколько словъ объ уменьшеніи количества свѣта при употребленіи различныхъ діафрагмъ. Если свѣтъ проходитъ черезъ объективъ при полномъ его отверстіи, то получается самый скорый снимокъ; употребляя діафрагмы, мы уменьшаемъ входящій въ объективъ пучекъ свѣтовыхъ лучей, слѣдовательно, уменьшаемъ его свѣтовую силу на чувствительную пластинку. Это уменьшеніе свѣта пропорціонально уменьшенію отверстія, предоставляемаго проходу свѣтовыхъ лучей. Какъ извѣстно, отношеніе отверстія объектива къ фокусному разстоянію выражается дробью, напр. 1 : 6 или $^1/_6$ обозначаетъ, что отверстіе объектива равняется $^1/_6$ фокуснаго разстоянія. Чтобы теперь узнать, сколько намъ слѣдуетъ экспонировать въ извѣстномъ случаѣ при употребленіи той или другой діафрагмы, мы примемъ полное отверстіе объектива за единицу.

Если при полномъ отверстіи $^1/_6$ экспозицію примемъ равной 1 секундѣ, то при діафрагмѣ, равняющейся $^1/_{36}$ фокуснаго разстоянія, надо держать $6 \times 6 = 36$ с. Правильное опредѣленіе времени экспозиціи при фотографической съемкѣ есть весьма важное обстоятельство, такъ какъ недодержанные негативы, равно какъ и передер-

жанные представляютъ много недостатковъ для дальнѣйшихъ работъ; передержанный негативъ во всякомъ случаѣ удобнѣе, такъ какъ послѣдствія передержки при проявленіи исправляются гораздо легче, чѣмъ недостатки недодержки. Какъ во всемъ, такъ и здѣсь практика и нѣкоторая наблюдательность—лучшіе учители, такъ какъ всѣ существующіе и громко рекламированные фотометры не могутъ считаться вполнѣ безупречными.

22. Фокуснымъ разстояніемъ называется длина свѣтовыхъ лучей, прошедшихъ отъ отдаленныхъ предметовъ черезъ объективъ и передающихъ на матовомъ стеклѣ ясное ихъ изображеніе въ обратномъ видѣ. Если мы видимъ изображеніе на матовомъ стеклѣ безусловно отчетливо и мѣримъ разстояніе отъ матоваго стекла до средины объектива (то мѣсто, гдѣ вставляется діафрагма), то полученная мѣра представляетъ размѣръ фокуснаго разстоянія объектива.

Объективы, предназначенные и употребляемые для сниманія видовъ, разнятся по своей конструкціи отъ тѣхъ, которые приготовляютъ спеціально для сниманія портретовъ и группъ.

Какъ уже сказано выше, для фототопографіи употребляются исключительно апланатическіе объективы и преимущественно широкоугольные — анастигматическіе.

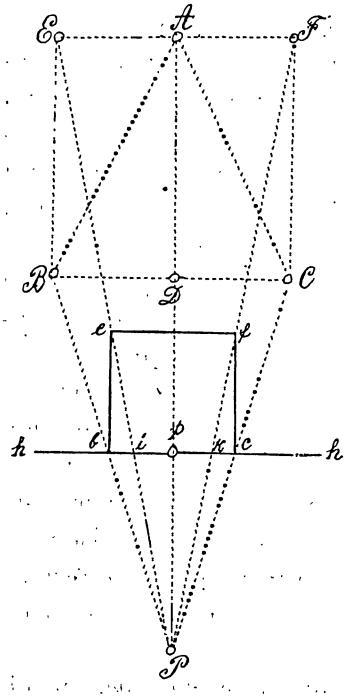
Такіе инструменты удобны тѣмъ, что, имѣя при безукоризненномъ рисункѣ большое поле зрѣнія при довольно короткомъ фокусѣ, рисуютъ какъ близкіе, такъ и дальніе предметы почти съ одинаковой отчетливостью, и поэтому, опредѣляя ихъ среднее фокусное разстояніе, принимаютъ его за *постоянное*.

На объективахъ новѣйшей конструкціи фокусное разстояніе обозначается фабрикантомъ, но фототопографу часто необходимо провѣрять его, потому что при большихъ работахъ подъ вліяніемъ разной температуры, самая камера можетъ до нѣкоторой степени сокращаться или удлиняться, что вліяетъ на фокусное разстояніе; а такъ какъ при черченіи по фотографическимъ даннымъ плана имъ руководствуются, какъ главнымъ факторомъ для вычисленій, то весьма понятно, что повѣрка фокуснаго разстоянія изрѣдка необходима, чтобы избѣгнуть затрудненій при черченіи и вычисленіяхъ.

23. Для измѣренія фокуса объектива существуетъ много способовъ, какъ математическихъ, такъ и конструктивныхъ. Какъ болѣе наглядный мы приведемъ здѣсь способъ проф. Легро (фиг. 23), опубликованный въ его сочиненіи *) о фототопографіи. Отмѣчая вѣ-

*) Elements de Photogrammètrie par Commandant V. Legros. Paris 1892. Société d'éditions scientifiques.

хами на ровномъ мѣстѣ равнобедренный треугольникъ, высота AD котораго равна базису BC, отмѣряютъ и отмѣчаютъ вѣхой середину его основанія D, затѣмъ пополняютъ квадратъ B, C, E, F, поставивъ въ точки F и E также вѣхи. Взявъ планомъ фигуры планъ горизонта, мы увидимъ, когда основаніе BC изображается въ bc на горизонтали hh, что обѣ вершины квадрата E и F, устроенныя въ горизонтальномъ планѣ, имѣютъ въ горизонтали свои пересѣченія i и k въ изображеніяхъ двухъ вѣхъ E и F. Если на bc теперь построимъ квадратъ $bcfe$ и соединимъ e съ i и f съ k, то подобіе различныхъ частей фигуры покажетъ намъ, что обѣ линіи ei и fk сходятся въ главной точкѣ P. Такимъ образомъ Pp будетъ главнымъ разстояніемъ полученнаго изображенія или фокусное разстояніе, которымъ объективъ дѣйствительно работалъ.



Фиг. 23.

Эту задачу можно исполнить такимъ образомъ: ставятъ аппаратъ въ точкѣ P, отмѣчаютъ треугольникъ въ квадратѣ выше описаннымъ образомъ такъ, чтобы точка D находилась (если приблизительное фокусное разстояніе испытуемаго объектива 20 см., не ближе 25 метровъ, и дѣлаютъ квадратъ такого размѣра, чтобы вѣхи B и C, основанія треугольника, были ближе къ краямъ пластинки. Вѣха D (противъ объектива) должна прикрывать вѣху A, т. е. обѣ вѣхи должны находиться на объективной оси, остальныя линіи, обозначенныя вѣхами BC и EF должны быть перпендикулярны къ AD. Полученные на матовомъ стеклѣ размѣры всего квадрата переносятъ въ точности на бумагу, на отмѣченную горизонталь; по полученнымъ точкамъ bc строятъ квадратъ. Проведя изъ вершины его e и f прямыя черезъ i и k по направленію къ объективу, мы получимъ въ пересѣченіи этихъ прямыхъ точку P. Разстояніе Pp и есть то настоящее фокусное разстояніе, которымъ объективъ работалъ.

VI. Основы фототопографіи.

24. Фотографія какъ перспективное изображеніе. — 25. Перспективные законы на которыхъ основывается фототопографія. — 26. Правила при двухъ снимкахъ. — 27. Оріентированіе изображеній. — 28. Опредѣленіе на планѣ засѣчекъ и измѣреніе высотъ. — 29. Построеніе плана изъ двухъ фотографій.

24. Фототопографіею (Metrophotographie, Photogrammétrie, Phototopographie, Bildmesskunst) называется способъ получить, посредствомъ фотографическихъ снимковъ, произведенныхъ особеннымъ аппаратомъ съ точекъ, тригонометрически опредѣленныхъ, такія данныя, изъ которыхъ можно составить подробные планы снимаемой мѣстности, какъ горизонтальные, такъ и вертикальные.

Начертательная геометрія учитъ насъ, что существуетъ неизмѣнная связь между прямоугольною проекціею плана и перспективой (фотографіи) одного и того же предмета.

Извѣстное предложеніе проф. Гаукъ (Hauck), „*что на основаніи двухъ перспективныхъ чертежей можно, съ помощью линейныхъ построеній, получить третій*“, слѣдуетъ относительно фототопографіи выразить такъ: „*Если съ одного и того же предмета сняты фотографіи съ двухъ станцій, то изъ нихъ можно, съ помощью линейныхъ построеній, получить его планъ*“.

Такъ какъ фотографическій аппаратъ даетъ намъ вѣрное перспективное изображеніе мѣстности, а геометрія даетъ намъ средства превращать перспективные виды въ горизонтальные и вертикальные планы, то ясно, что главное дѣйствіе фототопографіи, за исключеніемъ производства снимковъ, отыскиванія и обозначенія корреспондирующихъ точекъ, совершается на основаніи геометрическихъ и перспективныхъ законовъ.

Исчисленіе разстояній и высотъ можетъ быть произведено математическимъ и графическимъ пріемами, но, преслѣдуя чисто практическое изложеніе предмета фототопографіи, будемъ придерживаться графическаго способа построенія плана, за исключеніемъ болѣе сложныхъ конструкцій плана изъ одной фотографіи и фотографій, снятыхъ на наклонной плоскости, гдѣ математическія исчисленія необходимы.

25. Раньше подробнаго описанія основныхъ правилъ и пріемовъ фототопографіи приведемъ вкратцѣ главные законы перспективы.

Глазъ нашъ, осматривая предметъ, принимаетъ отъ всѣхъ видимыхъ точекъ его свѣтовые лучи. Представимъ себѣ между глазомъ

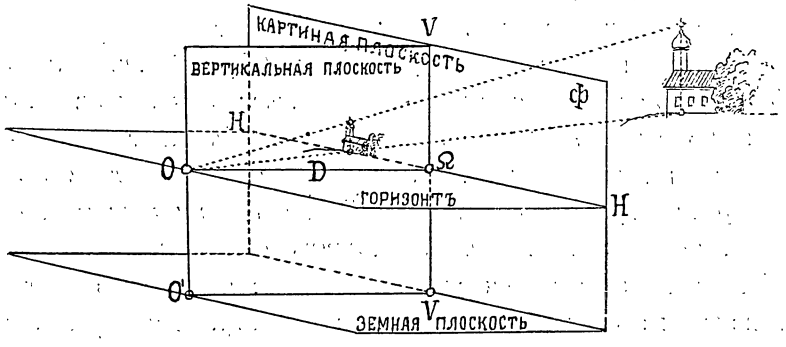
и предметомъ плоскость въ вертикальномъ положеніи, всѣ точки проектированными на этой плоскости и правильно между собою соединенными. Придавъ имъ колоритъ оригинальныхъ точекъ, получимъ изображеніе на вертикальной плоскости, тождественное съ оригиналомъ.

Изображеніе, полученное такимъ образомъ, будетъ перспективнымъ, или центральною проекціею. Перспектива какого-нибудь предмета, при данномъ положеніи его, несомнѣнно опредѣлена, когда извѣстны слѣдующія величины:

a) проекціонная или картинная плоскость;

b) положеніе перспективнаго центра или глаза къ картинной плоскости.

Обоюдное положеніе упомянутыхъ величинъ можно опредѣлить такимъ образомъ: проведя черезъ глазъ O (фиг. 24) вспомогательную



Фиг. 24.

вертикальную плоскость, перпендикулярно къ картинной плоскости Ω, мы пересѣкаемъ картинную плоскость прямою, называемою *главною вертикалью* VV.

Другую вспомогательную плоскость проведемъ перпендикулярно къ вертикальной и картинной плоскостямъ; она пересѣкаетъ картинную плоскость по горизонтальной прямой, называемой *горизонталью* или *горизонтомъ* HH—и также вертикальную плоскость по прямой, перпендикулярной къ картинной плоскости, лежащей горизонтально и представляющей своими точками O и Ω разстояніе между глазомъ и картинной плоскостью. Эту прямую $O\Omega = D$ называютъ *главнымъ разстояніемъ*. Точка Ω, находящаяся въ точкѣ пересѣченія главной вертикали VV съ горизонталью HH, называется *главною точкою*. Предметъ представляютъ себѣ большею частью поставленнымъ на горизонтальной плоскости, *земной пло-*

скости, пересѣкающей картинную плоскость по прямой, называемой *земною линіею*.

При фототопографіи картинная плоскость (чувствительная пластинка) *всегда должна стоять вертикально*, такъ какъ фотографіи, снятыя наклонной камерой, представляютъ большія трудности для построенія горизонтальнаго и вертикальнаго плановъ, о чемъ будетъ сообщено ниже.

Если мы желаемъ опредѣлить положеніе фотографіи на планѣ, то должны быть намъ извѣстны—кромѣ главнаго разстоянія—еще двѣ изъ приведенныхъ величинъ: либо горизонтъ HH и главная точка Ω, либо главная вертикаль VV и главная точка Ω, или горизонтъ HH и главная вертикаль VV, потому что, зная главное разстояніе съ двумя другими величинами, легко найти третью. Названныя четыре величины D, HH, VV и Ω образуютъ *перспективныя постоянныя*, потому что, зная ихъ, всегда возможно опредѣлить и начертить перспективу положенія извѣстнаго въ пространствѣ предмета.

Равнымъ образомъ, какъ свѣтовые лучи, исходящіе отъ предмета, проходятъ черезъ нашъ глазъ и, отражаясь на ретинѣ, приводятся посредствомъ зрительнаго нерва къ нашему сознанію, такъ и свѣтовые лучи, проходя черезъ фотографическій объективъ, и запечатлѣваясь на свѣточувствительной пластинкѣ, приводятся посредствомъ появленія и закрѣпленія въ видимое на негативѣ изображеніе. Это же изображеніе, вслѣдствіе извѣстнаго фокуснаго разстоянія, равняющагося главному разстоянію D въ перспективѣ и отмѣченнаго—особеннымъ устройствомъ при фототопографической камерѣ—положенія вертикали VV, горизонтали HH и главной точки Ω, представляетъ собою геометрически правильную перспективу снятаго оригинала. Перспективнымъ центромъ является здѣсь вторая узловая точка объектива, картинная плоскость замѣняется свѣточувствительною пластинкою съ обозначенными на ней линіями HH и VV.

Итакъ, возможность употребленія фотографическаго изображенія для геодезическихъ измѣреній обусловливается извѣстностью перспективныхъ постоянныхъ и положенія во время съемки картинной плоскости.

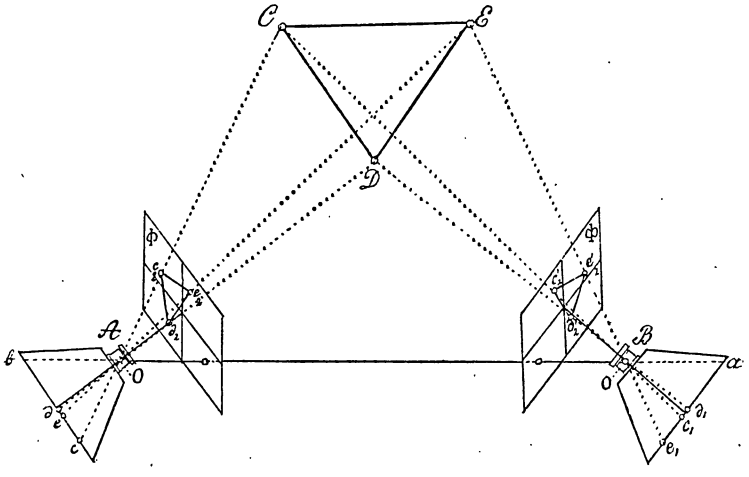
26. Разсмотримъ сначала основныя правила фототопографіи посредствомъ двухъ снимковъ одного и того же предмета съ разныхъ станцій (точекъ установки аппарата).

Положимъ, что надо получить размѣры и положеніе въ про-

странствѣ треугольника CDE на планѣ (фиг. 25). Установимъ аппаратъ сперва въ точкѣ A такъ, чтобы матовое стекло имѣло вертикальное положеніе и на немъ было видно мѣсто слѣдующей станціи B.

Снявъ съ этого мѣста (станція A) треугольникъ CDE, перейдемъ на станцію B, соблюдая тѣ же правила, какъ и при A. Измѣривъ разстояніе между обѣими станціями, снимаемъ фотографію съ мѣстомъ первой станціи.

Такимъ образомъ на пластинкѣ, снятой изъ A, получаемъ (въ обратномъ-негативномъ положеніи) точки c e d и точку b, а на другомъ негативѣ, снятомъ изъ B, получимъ точки d_1, c_1, e_1 и a.



Фиг. 25.

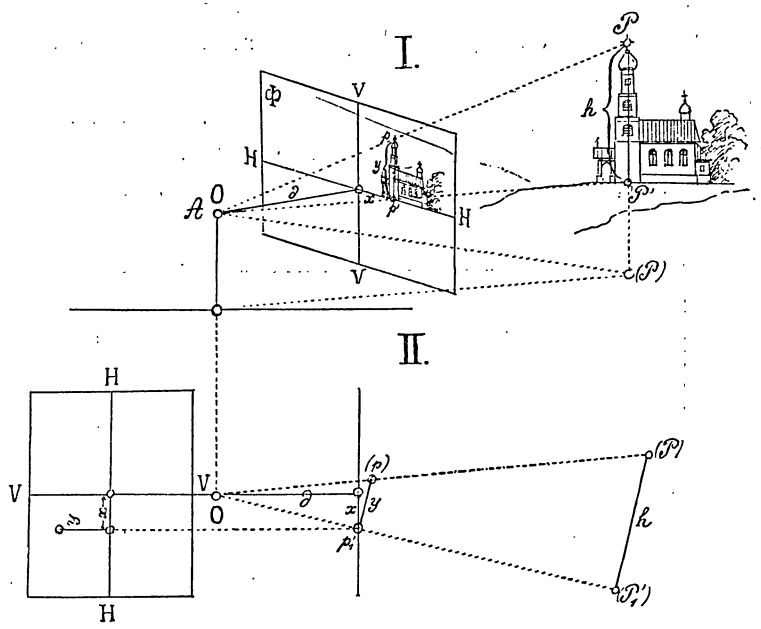
Проявивъ и закрѣпивъ негативъ, мы на отпечатанномъ позитивѣ (оттискъ на бумагѣ или діапозитивъ), поставленномъ въ правильномъ положеніи между предметомъ и аппаратомъ въ видѣ картинной плоскости Ф, получаемъ перспективное положеніе ΔCDE въ $c_2e_2d_2$ и $c'_2d'_2e'_2$, а также обозначеніе станцій A и B.

27. Подъ правильнымъ положеніемъ фотографическаго изображенія или его *оріентированіемъ* подразумѣвается опредѣленіе его положенія въ пространствѣ въ моментъ съемки, т. е. соотвѣтствующее положеніе его къ объективу и снятому предмету, какъ показано на фиг. 25, гдѣ точки CDE предмета (треугольника), проведенныя черезъ c d e—картинной плоскости (оріентированной фотографіи) сходятся въ точкѣ зрѣнія O.

Когда фотографія, по указаннымъ правиламъ, оріентирована,

можно приступить къ опредѣленію точекъ и измѣренію ихъ высотъ надъ горизонтомъ.

28. Раньше, чѣмъ описать эти пріемы при употребленіи двухъ фотографій, покажемъ для ясности эти пріемы на фиг. 26 (I и II) на одной фотографіи.



Фиг. 26.

Пусть аппаратъ O будетъ поставленъ въ точкѣ A, d фокусное разстояніе, P снятый предметъ, положеніе котораго и высоту надъ горизонтомъ надо опредѣлить, а Ф фотографія, по которой производятся опредѣленія.

Опустивъ изъ точки p на картинной плоскости перпендикуляръ на линію горизонта HH, проводимъ изъ точки зрѣнія O прямую черезъ p на P и другую прямую изъ O же черезъ p' на P'; возставивъ изъ точки P' перпендикуляръ къ прямой OP и отложивъ на немъ высоту h, мы въ h' найдемъ искомую высоту, которую можно опредѣлить по масштабу.

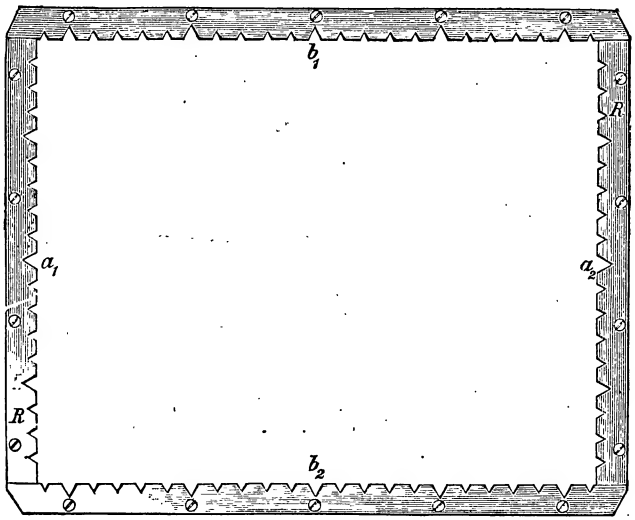
Нагляднѣе будетъ построеніе въ горизонтальномъ чертежѣ II. Опустивъ изъ точки p перпендикуляръ на картинную прямую, проводимъ изъ O черезъ p'_1 прямую, на которую возставимъ перпендикулярно длину y. По продолженной прямой Op'_1 мы отложимъ разстояніе изъ вертикальнаго плана I и возставимъ изъ полу-

*

ченной точки (P'_1) перпендикуляръ. Проведя изъ O черезъ конечную точку y другую прямую до перпендикуляра, возставленнаго изъ точки (P'_1), увидимъ, что эти двѣ линіи должны пересѣкаться въ точкѣ (P). Разстояніемъ отъ (P) до (P'_1) будетъ h—искомая высота точки P надъ горизонтомъ.

29. Переходя къ объясненію построенія плана изъ двухъ фотографій, приведемъ сперва нѣкоторыя правила, необходимыя для оріентированія обѣихъ фотографій.

Когда фотографическіе снимки производятся спеціальнымъ аппаратомъ, фототеодолитомъ, то на самой чувствительной пластинкѣ, во время сниманія, отпечатывается рамка (фиг. 27) съ маленькими



Фиг. 27.

вырѣзками въ разстояніи одного сантиметра другъ отъ друга, при чемъ самыя средины горизонтальныхъ и вертикальныхъ сторонъ снабжены болѣе глубокими вырѣзками, чѣмъ остальныя: a_1, a_2, b_1 и b_2. Эти же вырѣзки обозначаютъ главныя горизонталь и вертикаль, а слѣдовательно, главною точкою—есть точка пересѣченія прямыхъ a_1a_2 и b_1b_2.

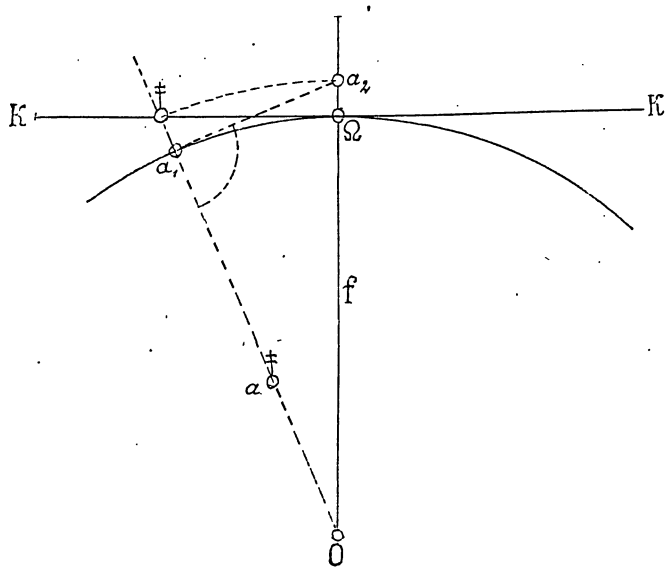
Какъ показано раньше, для оріентированія фотографіи надобно имѣть слѣдующія извѣстныя величины:

1) разстояніе между станціями;
2) фокусное (главное) разстояніе;
3) картинную плоскость (фотографіи);
4) главную горизонталь и
5) главную вертикаль.

При помощи этихъ данныхъ оріентированіе фотографіи не представляетъ трудности. Отмѣтивъ, въ желаемомъ масштабѣ, на планѣ станціи (мѣста установки аппарата), проводятъ изъ этихъ точекъ главные лучи по направленію азимута, указаннаго во время съемки буссолью (и записаннаго), или, если азимутъ не отмѣченъ, по направленію поставленной передъ съемкою вѣхи, или другаго предмета, разстояніе которыхъ извѣстно и которые предварительно отмѣчены на планѣ.

Если извѣстенъ азимутъ, то, отмѣтивъ по главному лучу длину фокуснаго разстоянія, возставимъ въ точкѣ пересѣченія перпендикуляръ къ главному лучу по обѣимъ его сторонамъ. *Это будетъ картинная прямая*, параллельно къ которой помѣщается главная горизонталь фотографіи, главная же вертикаль ея совпадаетъ съ направленіемъ главнаго луча, исходящаго изъ O.

Когда азимутъ неизвѣстенъ, то опредѣленіе главнаго луча дѣлается слѣдующимъ образомъ: изъ станціи—точки O—(фиг. 28)



Фиг. 28.

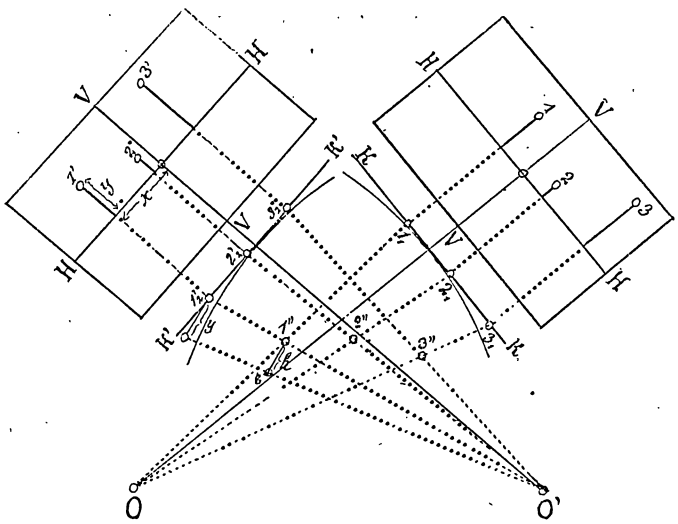
опишемъ предварительно дугу по направленію къ вѣхѣ радіусомъ, равнымъ фокусному разстоянію, затѣмъ проведемъ изъ O черезъ отмѣченную на планѣ вѣху прямую къ дугѣ, а изъ точки ихъ пересѣченія возставимъ перпендикуляръ. Взявъ изъ фотографіи разстояніе отъ главной вертикали къ вѣхѣ, переносимъ его на проведенный изъ a_1 перпендикуляръ и получимъ точку a_2.

Проведенная изъ a_2 къ точкѣ зрѣнія O прямая будетъ *главнымъ лучемъ*.

Далѣе, возстановивъ изъ точки пересѣченія главнаго луча съ дугою перпендикуляръ по обѣимъ сторонамъ перваго и получивъ такимъ образомъ *картинную прямую* KK, мы поставимъ горизонталь фотографіи, какъ сказано выше, параллельно къ KK и главную вертикаль надъ главнымъ лучемъ. Этими дѣйствіями оріентированіе фотографіи окончено.

Теперь переносимъ всѣ отмѣченныя на фотографіи точки—параллельно къ главной вертикали—на картинную плоскость, либо съ помощью циркуля или вѣрной миллиметровой линейки, либо наугольникомъ, приложеннымъ къ линейкѣ, положенной параллельно къ главной горизонтали.

Послѣ перенесенія на картинныя прямыя KK и $K'K'$ (фиг. 29)



Фиг. 29.

точекъ 1_1 2_1 3_1 и $1'_1$ $2'_1$ $3'_1$, проводимъ изъ нихъ лучи къ относящимся къ нимъ точкамъ зрѣнія 0 и $0'$ и получаемъ въ ихъ точкахъ пересѣченія $1''$ $2''$ и $3''$ на планѣ правильное горизонтальное изображеніе точекъ фотографій 1 2 3 и $1'$ $2'$ $3'$.

Чтобы узнать высоты этихъ точекъ надъ уровнемъ моря, отложимъ (фиг. 29) высоту y съ фотографіи на перпендикуляръ, возставленный въ точкѣ $1_2'$ и проведемъ изъ $0'$ къ ней прямую; возставивъ также перпендикуляръ изъ точки $1''$ къ z, мы получимъ

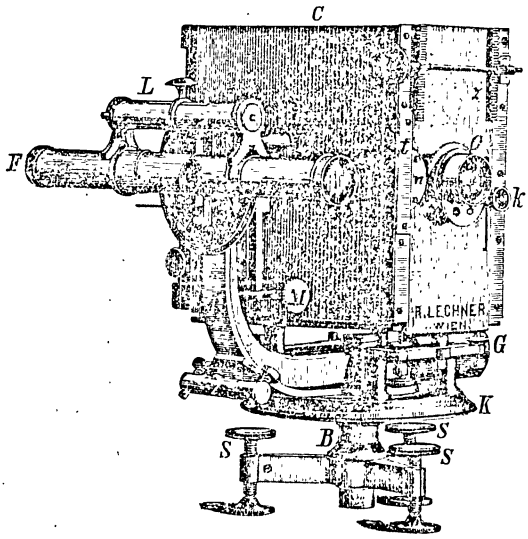
искомую высоту h, и съ помощью масштаба или логариѳмической линейки можемъ опредѣлить ея величину.

Всѣ дальнѣйшія графическія дѣйствія будутъ объяснены ниже при изложеніи практическихъ пріемовъ кабинетныхъ работъ.

VII. Фототеодолитъ и его повѣрка.

30. Устройство фототеодолита. — 31. Установка и повѣрка аппарата. — 32. Вставленіе матоваго стекла и кассетъ.

30. Въ нижеслѣдующемъ опишемъ фототеодолитъ системы Поллакъ, пріобрѣтенный Министерствомъ путей сообщенія, который по своей конструкціи считается самымъ совершеннымъ въ настоящее время и имѣетъ много преимуществъ передъ другими аппаратами (фиг. 30).



Фиг. 30.

Фототеодолитъ системы Поллакъ состоитъ изъ фотографической камеры съ постояннымъ фокуснымъ разстояніемъ для пластинокъ 18×24 см., соединенной съ теодолитомъ. Камера, поставленная надъ горизонтальнымъ кругомъ съ двумя ноніусами и уровнями, снабжена объективомъ (анастигматомъ) Цейса 1:18, 212 мм. фокусной длины, имѣющимъ вертикальное движеніе вверхъ и внизъ вдоль шкалы съ ноніусомъ. Въ серединѣ матоваго стекла помѣщенъ окуляръ съ сѣткою, образующій совмѣстно съ объективомъ

теодолитъ. Внутри камеры находится рамка съ сантиметровыми раздѣленіями, снимающаяся одновременно съ изображеніемъ.

Вслѣдствіе присутствія этой рамки, къ которой прикладывается чувствительная пластинка, разстояніе пластинки отъ объектива остается всегда одинаковымъ. Съ боку камеры придѣлана зрительная труба съ противовѣсомъ и съемнымъ уровнемъ.

Труба, переводимая черезъ зенитъ и снабженная тахеометрическою сѣткою, соединена съ вертикальнымъ кругомъ съ ноніусомъ, точностью одной минуты, такъ что, помимо фотографическихъ снимковъ, этимъ инструментомъ можно производить нивеллировку, опредѣлять горизонтальные и вертикальные углы, а также измѣрять разстояніе.

31. Оси уровней на горизонтальномъ кругѣ должны быть параллельны къ плоскости вращенія алидады. Для достиженія этого ставятъ оси уровней на горизонтальномъ кругѣ по двумъ подъемнымъ винтамъ и приводятъ ими пузырьки на середину; затѣмъ вращаютъ алидаду на 180 градусовъ. Если пузырьки уровней останутся на серединѣ, то оси ихъ параллельны къ плоскости вращенія, но если пузырьки не на серединѣ, то ихъ непараллельность поправляютъ, передвигая на половину отклоненія, остальную половину передвигаютъ подъемными винтами до тѣхъ поръ, пока оба пузырька остаются на серединѣ при полномъ вращеніи алидады вокругъ своей оси.

Уровень зрительной трубы повѣряютъ перекладываніемъ на трубѣ.

Когда инструментъ въ горизонтальномъ положеніи, надобно, посредствомъ наугольника съ уровнемъ повѣрить вертикальность сантиметровой рамки, снявъ предварительно матовое стекло. Если же положеніе ея не вертикально, то повѣряютъ ее уравнительнымъ винтомъ, находящимся (въ стальномъ лагерѣ) на нижней части камеры подъ объективомъ; два другіе нижніе уравнительные винта служатъ для повѣрки и уравненія горизонтали въ камерѣ.

Чтобы испытать параллельность зрительной трубы и объектива, вставляютъ матовое стекло, причемъ надо обратить вниманіе на то, чтобы его вдвигать совсѣмъ до прикосновенія съ рамкой, затѣмъ отыскиваютъ зрительной трубой визирную точку въ возможно дальнемъ разстояніи. Закрѣпляя инструментъ и зрительную трубу, смотрятъ, совпадаетъ ли выбранная въ центрѣ сѣтки зрительной трубы визирная точка съ точкою, находящейся въ центрѣ сѣтки окуляра матоваго стекла.

Если послѣдняя не въ центрѣ, то подвигаютъ ее помощью четырехъ вокругъ окуляра винтовъ въ центръ.

Для повѣрки горизонтали направляютъ инструментъ на весьма отдаленную точку, лежащую въ горизонтали, и наблюдаютъ затѣмъ, чтобы точка эта, во время вращенія инструмента, не сходила съ горизонтальнаго волоска. Когда точка уклоняется въ сторону, то нужно повѣрить горизонталь передвиженіемъ сантиметровой рамки посредствомъ приложеннаго къ аппарату ключа съ квадратнымъ отверстіемъ и четыреугольными шпильками, но передъ этимъ обязательно надо ослабить рамку отъ прикрѣпляющихъ ее винтовъ, которые послѣ повѣрки опять слѣдуетъ закрѣпить.

32. При выниманіи или вставленіи матоваго стекла и кассеты надобно открывать находящуюся въ серединѣ верхней части камеры шарнирную пружину, и, приподнимая ее правой рукой, отклонить заднюю раму съ матовымъ стекломъ и вынуть матовое стекло. Точно также, вставляя кассету и закрывъ объективъ, сперва выдвигаютъ задвижку кассеты, а затѣмъ только прикладываютъ заднюю раму съ кассетою (или матовымъ стекломъ) къ камерѣ, чтобы сантиметровая рамка могла приложиться къ чувствительному стеклу.

Это необходимо наблюдать въ точности. Иначе, вынимая или вставляя матовое стекло или кассету въ камеру, не отодвинувъ предварительно заднюю раму, можно повредить сантиметровую рамку.

Повторяемъ еще разъ въ краткихъ словахъ всѣ дѣйствія при установкѣ инструмента:

1. Установка штатива,
2. постановка на него камеры,
3. повѣрка горизонтальности инструмента,
4. повѣрка вертикальности сантиметровой рамки,
5. установка визирной точки въ обоихъ окулярахъ и
6. повѣрка горизонтали на матовомъ стеклѣ.

VIII. Практическіе пріемы полевой работы.

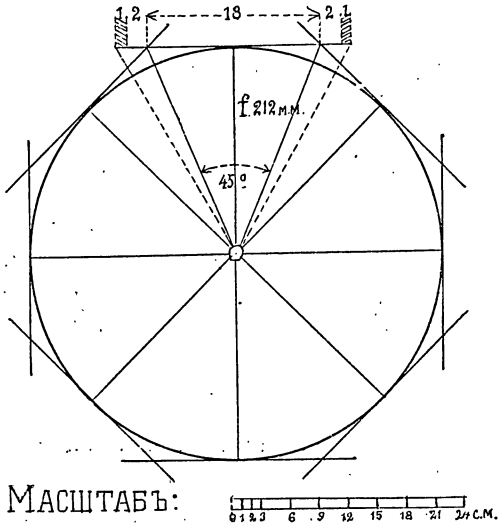
33. Выборъ и опредѣленіе стоянокъ. — 34. Панорамическіе снимки. — 35. Веденіе журнала. — 36. О сигналахъ. — 37. О фотографической техникѣ. — 38. Нумерація пластинокъ (фильмсъ). — 39. О посудѣ, приборахъ и матеріалахъ для фотографическихъ работъ.

33. Какъ уже выяснено, фототопографія основывается на извѣстныхъ данныхъ, между которыми имѣетъ важное значеніе опредѣленіе станцій и разстояній между ними.

При небольшихъ съемкахъ довольствуются обыкновенно двумя станціями, расположенными такъ, чтобы изъ фотографіи съ одной было бы видно и мѣсто другой, обращая вниманіе на то, чтобы съ обѣихъ станцій получилось достаточное количество одинаковыхъ точекъ для построенія плана.

При фотографированіи большихъ участковъ или пространствъ, какъ, напримѣръ, для составленія картъ или изысканій линій желѣзныхъ дорогъ, требуется, какъ раньше уже сказано, предварительная тріангуляція для опредѣленія станцій, изъ которыхъ слѣдуетъ снять полную панораму окружающей аппаратъ мѣстности; это легко достигается вращеніемъ камеры, согласуясь съ фокуснымъ разстояніемъ употребляемаго объектива и получаемаго размѣра изображенія на 36° для десяти пластинокъ, на 45° для восьми пластинокъ и на 60° для шести пластинокъ.

34. При работахъ съ вышеописаннымъ фототеодолитомъ, съ пластинками въ 18×24 см., и фокуснымъ разстояніемъ въ 212 мм., самое удобное снимать полную панораму на восьми пластинкахъ, (фиг. 31), такъ какъ въ горизонтальномъ углѣ въ 45° получается



Фиг. 31.

на пластинкѣ изображеніе—за выключеніемъ мѣста, занимаемаго сантиметровой рамкой—въ 22 см., изъ которыхъ 18 см. приходятся на уголъ въ 45°, а по два сантиметра на каждой сторонѣ на изображенія, повторяющіяся на прилегающихъ сосѣднихъ пластинкахъ.

Эти же повторяющіяся изображенія на краяхъ пластинки весьма

облегчаютъ отысканіе фотографій одной и той же панорамы, и кромѣ того, точки, находящіяся на нихъ, могутъ служить контролемъ, правильно ли оріентированы фотографіи.

Правильно установивъ аппаратъ и отмѣтивъ въ своемъ журналѣ, какъ направленіе оптической оси (азимутъ), такъ и нѣкоторые горизонтальные и вертикальные углы, можно приступить къ снятію видовъ, требуемыхъ для составленія плана.

Вынувъ, съ соблюденіемъ извѣстныхъ правилъ, матовое стекло и замѣнивъ его кассетою съ чувствительными пластинками, мы сначала полное отверстіе объектива, при которомъ совершили повѣрку горизонтали, замѣнимъ меньшей діафрагмой, для бо́льшей рѣзкости изображенія. Затѣмъ, закрывъ объективъ и выдвигая штору кассеты, прикладываемъ заднюю раму съ кассетою вплотную къ камерѣ, чтобы шарнирная пружина легла на мѣсто. Убѣдившись еще разъ въ горизонтальности инструмента, открываемъ объективъ, экспонируемъ, закрываемъ объективъ, откладываемъ заднюю раму, задвигаемъ штору кассеты, вращаемъ камеру на 45°, вынимаемъ кассету, перемѣняемъ ее на не экспонированную и продолжаемъ въ указанномъ порядкѣ послѣдовательныхъ дѣйствій до снятія полной панорамы или тѣхъ мѣстъ, которыя требуются для обозначенія на планѣ.

Для правильной экспозиціи, то есть времени выставки чувствительной пластинки дѣйствію черезъ объективъ свѣтовыхъ впечатлѣній, даются въ различныхъ руководствахъ о фотографіи и прейсъ-курантахъ магазиновъ фотографическихъ принадлежностей много подходящихъ таблицъ, а также употребляются вспомогательные инструменты—свѣтомѣры. Такъ какъ сила свѣта измѣняется по временамъ года и дня, чистотѣ или затянутости неба, то съемщику надо обратить серьезное вниманіе на всѣ эти условія, безъ соблюденія которыхъ невозможно получить хоть приблизительно одинаковые снимки. При опредѣленіи экспозиціи также играетъ большую роль близость или отдаленіе, а также окраска самаго предмета, не говоря о силѣ объектива, величинѣ употребляемой діафрагмы и степени чувствительности пластинокъ.

Практика—лучшая школа для изученія всѣхъ этихъ условій, и, при нѣкоторой наблюдательности, сдѣлавъ нѣсколько пробныхъ снимковъ, скоро усвоивается, тѣмъ болѣе, что въ настоящее время, при громадномъ разнообразіи проявляющихъ веществъ, это легко достигается.

35. Для облегченія кабинетныхъ работъ весьма важно веденіе журнала во время фотографированія. Многіе практики, въ затруд-

нительныхъ случаяхъ, даже снимаютъ на прозрачной бумагѣ кальки съ матоваго стекла, или дѣлаютъ въ журналѣ эскизы (кроки) съ отмѣткою разныхъ свѣдѣній, названій дорогъ и пр.

Имѣя въ виду, что при изысканіяхъ въ мѣстахъ, не опредѣленныхъ трегонометрически, самому изыскателю приходится треангулировать, мы предлагаемъ слѣдующее распредѣленіе записей журнала (стр. 46 и 47):

Окончивъ съемки съ первой станціи, переносимъ аппаратъ на слѣдующую, устанавливаемъ его горизонтально и повторяемъ вышеописанныя послѣдовательныя дѣйствія и такъ далѣе до окончанія полевыхъ работъ.

О болѣе выгодномъ времени для снятія панорамъ будетъ сказано ниже.

Если же при началѣ полевыхъ работъ не имѣется станцій, предварительно опредѣленныхъ тріангуляціею, то приходится самому съемщику, либо опредѣлить—при извѣстномъ ужъ маршрутѣ—станціи по мѣрѣ хода работъ обычными геодезическими пріемами съ рейками и сигналами, либо, руководствуясь существующими топографическими картами, объѣхать или обойти весь участокъ для выбора возвышенныхъ мѣстъ для станцій, по возможности не болѣе двухъ или трехверстнаго другъ отъ друга разстоянія. Для всѣхъ этихъ работъ приспособленъ фототеодолитъ системы Поллакъ, безъ употребленія другихъ геодезическихъ инструментовъ, съ одними рейками и сигналами.

36. Хотя въ фотографіяхъ снятой мѣстности всегда можно найти выдающіяся для отмѣтки и нанесенія на планъ точки, но могутъ получиться въ лѣсистыхъ мѣстахъ и такія фотографіи, гдѣ отысканіе одинаковыхъ точекъ затруднительно. Во избѣжаніе такихъ затрудненій слѣдуетъ въ такихъ мѣстахъ, не представляющихъ ясно опредѣленныхъ точекъ, ставить кое-гдѣ вѣхи или сигналы. Послѣдніе удобно дѣлать изъ толстаго картона или жести въ видѣ круговъ (діаметромъ въ $^1/_2$ или $^3/_4$ аршина), окрашенныхъ бѣлой краской съ черными обозначеніями квадратовъ, треугольниковъ, круговъ и т. п. рельефныхъ фигуръ, или римскихъ цифръ. Также можно употребить флажные значки на шестахъ, прикрѣпленные къ деревьямъ или поставленные въ большихъ промежуткахъ между ними, на маленькихъ лужайкахъ или въ мелкомъ кустарникѣ.

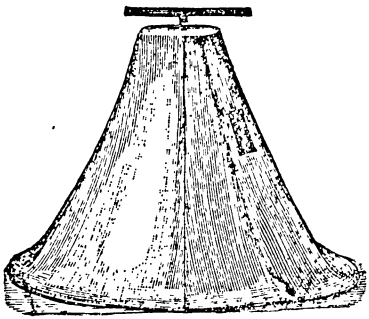
37. Предполагая, что всякій, желающій заняться фототопографіею, достаточно ознакомленъ съ фотографическими пріемами, обращеніемъ съ чувствительными пластинками, вкладываніемъ ихъ въ

кассеты, экспозиціей, проявленіемъ, закрѣпленіемъ, промываніемъ и сушкой, мы не будемъ распространяться о лабораторныхъ работахъ, подробно описанныхъ въ имѣющихся въ изобиліи фотографическихъ руководствахъ. Скажемъ только о томъ, что необходимо для экспедиціи въ отдаленныя мѣста или въ горы, гдѣ при продолжительныхъ занятіяхъ зачастую приходится всѣ эти работы исполнить на бивуакѣ, гдѣ смѣна пластинокъ, ихъ проявленіе, закрѣпленіе и пр. работы дѣлаются въ тѣснотѣ и при различныхъ неудобствахъ; при этомъ необходимо запастись такими матеріалами и приборами, которые были бы цѣлесообразны, надежны и легки.

Испытавъ на долголѣтней практикѣ всевозможные способы, авторъ остановился на целлулоидныхъ пленкахъ (Эдуардса, изохроматическіе фильмы), вѣсомъ и объемомъ въ шесть разъ меньше обыкновенныхъ стеклянныхъ броможелатинныхъ пластинокъ, и обладающихъ прекрасными качествами, имѣющихъ притомъ неоцѣнимое преимущество неразбиваемости.

Легкая палатка-лабораторія, изъ двойной инактиничной матеріи, со складнымъ столикомъ весьма нужна. Мѣшки, предлагаемые разными фирмами для смѣны и даже проявленія пластинокъ, непрактичны для фототопографическихъ съемокъ, гдѣ каждую пластинку передъ вкладываніемъ въ кассету или выниманіемъ оттуда необходимо обозначить текущимъ номеромъ и числомъ станціи; смѣна пластинокъ въ мѣшкахъ дѣлается большею частью ощупью. Такіеже мѣшки, гдѣ, кромѣ рукъ, также всовывается голова съемщика, въ жаркое время просто невыносимы, причемъ иногда капли пота, падая со лба, могутъ легко испортить пластинку.

Очень практична и не дорога палатка (фиг. 32) конической формы, продающаяся въ Депо фотографическихъ принадлежностей *Вахтль въ Вѣнѣ*; она имѣетъ около $3^1/_2$ аршинъ высоты, 7 арш. въ нижней окружности, съ окошкомъ изъ красной инактиничной матеріи, и утверждается на четырехъ деревянныхъ разборныхъ ножкахъ. Она снабжена вентиляціею, что при работѣ въ тѣснотѣ крайне необходимо.



Фиг. 32. Палатка фирмы Ватхль.

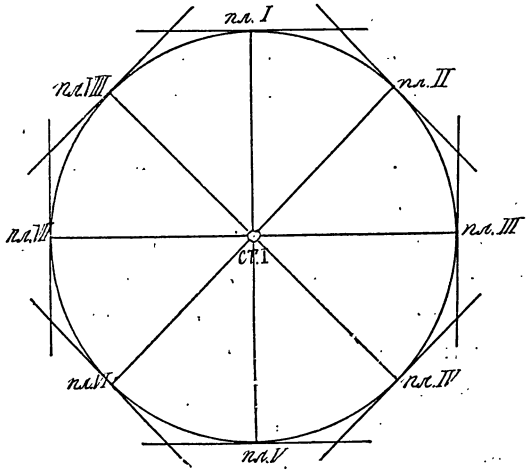
Эта палатка складывается удобно, легка, можетъ быть поставлена скоро и на всякомъ мѣстѣ и стоитъ всего около 20 руб. Лучше всего,

Фототопографиче

Стоянка №		Примѣчанія:	Число:
Барометрическія отмѣтки:			
Азимутъ:			
Зенитное разстояніе:			
Горизонтальные углы по лимбу.			
Погода:			

скій журналъ.

Высота до оси объектива.	Объективъ		№№ пластин.	Экспозиція	Примѣчанія.
	выше 0	ниже 0			

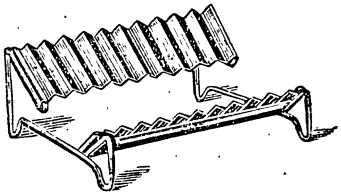


конечно, когда имѣется достаточное количество двойныхъ кассетъ, которыя вечеромъ на квартирѣ можно перезаряжать и вынутые, уже снятые негативы, проявить съ бо́льшимъ удобствомъ. Проявленіе негативовъ ежедневно желательно уже потому, что, проявивъ, можно тотчасъ же дать себѣ отчетъ о пригодности ихъ, и въ случаѣ надобности переснять неудавшіеся снимки, не отходя слишкомъ далеко отъ мѣста съемки.

38. Крайне важно также немедленное отмѣчаніе на негативахъ, еще при вынутіи ихъ изъ кассетъ, №№ стоянокъ и числа снятыхъ въ этой станціи пластинокъ. Авторъ отмѣчаетъ ихъ еще передъ вкладываніемъ въ кассету, присматривая, конечно, за тѣмъ, чтобы цифры на пластинкѣ (фильмъ) были тождественны съ № кассеты, въ которую онѣ положатся; для этого имѣется особый каучуковый штемпель, который прижимается къ верхнему краю фильма, а соотвѣтственныя цифры вписываются въ оставленныя мѣста обратнымъ (зеркальнымъ) шрифтомъ, тупымъ, металлическимъ карандашемъ, дающимъ при проявленіи и послѣ закрѣпленія непрозрачное очертаніе. При такихъ предосторожностяхъ перемѣшать негативы невозможно, какъ бы ни было велико число ихъ. Кюветы, какъ для проявленія, такъ и для закрѣпленія, надо имѣть различныя, чтобы ихъ не перемѣшать.

39. Для проявленія слѣдуетъ пользоваться целлулоидными кюветами, вставляющимися одна въ другую, а для закрѣпленія и квасцованія—эмальированными цинковыми, также легкими и вставляющимися одна въ другую, что весьма удобно для транспорта. Проявительныхъ кюветъ для работы надобно имѣть не менѣе трехъ, 1-я для слабаго раствора, 2-я для болѣе сильнаго раствора, а 3-я для воды, чтобы прополаскивать пластинки передъ вкладываніемъ ихъ въ закрѣпительный растворъ. Квасцованіе послѣ закрѣпленія лѣтомъ необходимо, тѣмъ болѣе въ дорогѣ, гдѣ не имѣется всѣхъ лабораторныхъ приспособленій для предохраненія пластинокъ отъ порчи, вслѣдстіе царапинъ и т. д. Промывка пластинокъ также представляетъ одну изъ такихъ операцій, на которую надо обращать серьезное вниманіе. Часто довольствуются весьма поверхностнымъ промываніемъ, даже просто прополаскиваніемъ, имѣющимъ крайне непріятныя послѣдствія, такъ какъ гипосульфитъ, оставшійся въ желатинѣ негатива, не только разлагаетъ самый негативъ, но также переходитъ во время печатанія въ копирной рамѣ на оттискъ и бываетъ причиной порчи золотильной ванны (виража), придающей всѣмъ окрашивающимся копіямъ желтоватый цвѣтъ съ

металлическимъ отблескомъ. Поэтому слѣдуетъ запастись складнымъ станкомъ (фиг. 33), который можно, поставивъ на него негативы, опустить въ какую-нибудь кадку, или т. п., наполненную водою, чтобы дать возможность гипосульфиту раствориться и, мѣняя нѣсколько разъ воду, подъ конецъ обмыть подъ краномъ, ковшемъ или кувшиномъ. Когда вблизи квартиры имѣется текучая вода въ видѣ ручейка, то, конечно, негативы могутъ быть поставлены туда въ станкѣ и промыты въ короткое время, достаточно $^1/_4$ или $^1/_2$ часа пребыванія негатива въ такомъ мѣстѣ, чтобы промыться совершенно чисто.

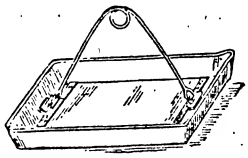


Фиг. 33. Складной станокъ.

При просушкѣ негативовъ надо обращать вниманіе на то, чтобы они не стояли слишкомъ близко другъ къ другу или желатинной стороною къ стѣнѣ, что очень замедляетъ просушку, а всѣмъ, работавшимъ на бивакѣ, извѣстно, какъ непріятна задержка въ просушкѣ пластинокъ, когда надо ихъ укладывать и трогаться въ путь.

Работа на пленкахъ, такъ удобная во всемъ остальномъ, для проявленія представляетъ нѣкоторое затрудненіе, скоро, однако, устраняемое навыкомъ. Дѣло въ томъ, что онѣ имѣютъ склонность свертываться при вкладываніи ихъ въ растворы, что заставляетъ часто распрямлять ихъ пальцами, а извѣстно, что чѣмъ меньше пальцы имѣютъ прикосновенія къ жидкостямъ, тѣмъ лучше для тѣхъ и другихъ. Для избѣжанія этого неудобства существуютъ разные приборы, лучшій изъ нихъ безспорно „растяжитель“ (фиг. 34).

При употребленіи этого прибора требуются только кюветы немного большаго формата, чѣмъ пленки. Для закрѣпленія и квасцованія этихъ приборовъ не требуется, потому что пленка, промоченная въ проявителѣ и прополосканная въ водѣ, въ послѣдующихъ растворахъ рѣдко свертывается. При этомъ, естественно, надо пленку послѣ полосканія въ водѣ вынуть изъ прибора, чтобы послѣдній остался чистымъ и не имѣлъ бы прикосновенія съ гипосульфитомъ.

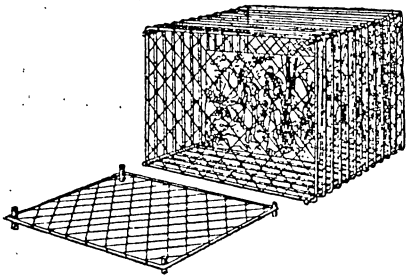


Фиг. 34. Растяжитель.

Для промывки въ водѣ и сушки имѣется также весьма удобный приборъ, придуманный собственно для бумажныхъ копій, но при-

годный и для пленокъ. Онъ заключается (фиг. 35) въ отдѣльныхъ переплетенныхъ рамочкахъ (извѣстныхъ размѣровъ по величинѣ фотографій), сдѣланныхъ изъ никелированной проволоки и имѣющихъ на четырехъ углахъ цилиндрики.

Поставивъ пленки послѣ первоначальной промывки между этими переплетенными рамочками и нанизывая ихъ на также никелированныя проволоки, проходящія черезъ находящіеся по угламъ рамочекъ цилиндрики и соединяя концы выступающихъ изъ послѣднихъ цилиндриковъ проволокъ бичевкой (зигзагообразно), можно этотъ промывочный приборъ поставить въ сосудъ съ водою, и послѣ окончанія промывки, пленки могутъ также обсохнуть между этими рамочками. Этотъ приборъ можетъ также быть нуженъ и послѣ, при изготовленіи отпечатковъ на бумагѣ.



Фиг. 35. Приборъ для промывки и сушки.

Относительно химическихъ продуктовъ, требующихся во время экскурсій для проявленія и проч., можемъ дать слѣдующія практическія указанія. Изъ многочисленныхъ, существующихъ въ продажѣ проявителей для путешествій, рекомендуемъ готовый *растворъ родиналя*, въ упаковкѣ по $^1/_4$ литра, которымъ можно, безъ опасенія за его прочность, запастись въ достаточномъ количествѣ, не обременяя багажа. Негативы, проявленные растворомъ родиналя, разбавленнаго въ соотвѣтственномъ количествѣ водою, имѣютъ, при достаточной выдержкѣ, прекрасныя детали, силу и прозрачность въ тѣняхъ.

Готовымъ растворомъ родиналя устраняется необходимость везти съ собою вѣсы для отвѣшиванія сухаго матеріала и скучная въ дорогѣ процедура приготовленія отдѣльныхъ жидкостей, тѣмъ болѣе, когда для этого требуется, какъ и при многихъ другихъ проявителяхъ, горячая вода.

Гипосульфитъ надобно также въ достаточномъ количествѣ—везти съ собою въ стеклянной банкѣ, по возможности, съ притертой стеклянной пробкой. Это необходимо потому, что гипосульфитъ, притягивая влагу, въ бумажныхъ мѣшкахъ разсыпается, а сквозь глиняную посуду проѣдается. Его, а также квасцы, можно растворить на мѣстѣ насыщеннымъ растворомъ и разбавить требуемымъ

количествомъ воды. Вообще фотографъ, отправляющійся въ экскурсію, устраиваетъ себѣ, по мѣрѣ надобности, ящикъ, въ который укладываются всѣ нужные матеріалы въ опредѣленныя для нихъ мѣста, чѣмъ достигается сбереженіе мѣста и удобства транспортированія. Такой ящикъ можетъ сдѣлать каждый столяръ. Банки для сухаго химическаго матеріала слѣдуетъ имѣть жестяныя, а стклянки, содержащія различные растворы, должны быть изъ хорошаго, чистаго и толстаго стекла съ притертыми пробками.

Одинъ изъ важнѣйшихъ предметовъ въ дорогѣ есть фонарь для темной комнаты. Разумѣется, что въ данномъ случаѣ не можетъ быть и рѣчи о тѣхъ усовершенствованныхъ, подчасъ даже изящныхъ фонаряхъ, которыми теперь изобилуютъ магазины фотографическихъ принадлежностей. Въ дорогу требуется простой фонарь, по возможности складной, дающій достаточный свѣтъ. Также не можетъ быть рѣчи объ освѣщеніи керосиновомъ или бензиновомъ, а только о свѣчахъ стеариновыхъ, которыя можно безъ труда достать вездѣ. Лучше всего толстыя, такъ называемыя „вагонныя свѣчи". Совѣтуемъ брать съ собою непремѣнно нѣсколько листовъ *„инактиничной бумаги Варнерке"*, не разъ уже оказавшей автору прекрасныя услуги. Въ случаѣ надобности, достаточно свернуть листъ такой бумаги въ трубу, сколовъ края его булавками или заранѣе запасенными кнопками, поставить надъ подсвѣчникомъ—и фонарь готовъ, такъ какъ верхній свѣтъ, выходящій изъ отверстія трубы, отъ стеариновой свѣчи не мѣшаетъ, тѣмъ болѣе, когда потолокъ помѣщенія не бѣлый.

Двумя такими бумажными фонарями можно прекрасно и безопасно освѣщать довольно большой столъ, когда приходится проявлять сряду много негативовъ и наблюдать за ихъ закрѣпленіемъ, квасцованіемъ и первоначальной промывкой, когда требуется больше двухъ или трехъ кюветъ.

При большихъ, продолжительныхъ работахъ слѣдуетъ имѣть не меньше 12 двойныхъ кассетъ, что даетъ возможность снимать, безъ перемѣны пластинокъ, панорамы съ трехъ станцій. Необходимо принять во вниманіе, что въ гористыхъ мѣстахъ ночныя испаренія и туманы долго не расходятся и застилаютъ даль, а для панорамическаго снимка нужно, чтобы солнце стояло довольно высоко надъ горизонтомъ (чтобы немного проникнуть въ объективъ). Поэтому ясно, что, при затратѣ, сверхъ того, времени на установку и перенесенія аппарата иногда на довольно значительное разстояніе, сниманіе въ день трехъ панорамъ есть почти предѣлъ возможнаго

для одного аппарата. Тѣмъ болѣе, что, вернувшись на квартиру, надо заботиться еще о составленіи нужныхъ жидкостей для проявленія и пр. и снабжать кассеты новыми пластинками, отмѣченными текущими нумерами. Понятно, что проявленіе и перемѣну пластинокъ удобнѣе всего производить вечеромъ, когда не нужно бояться дневнаго свѣта, къ тому же утромъ довольно много времени занимаютъ просмотръ высохшихъ негативовъ, укладываніе ихъ въ сохранное мѣсто и приготовленія для новыхъ работъ.

IX. Кабинетныя работы и вспомогательные инструменты.

40. О позитивахъ.—41. Исправленіе растянувшихся отпечатковъ.—42. Отысканіе точекъ и ихъ засѣчка.—43. Схема опредѣленія горизонталей.—44. О вспомогательныхъ графическихъ инструментахъ.—45. Графическій транспортиръ Паганини.—46. Графическій секторъ Паганини.—47. Графическій указатель высотъ Паганини.—48. Заканчиваніе плана.

40. Изъ описанныхъ въ ст. 26 основныхъ правилъ фототопографіи читатель уже ознакомился съ общимъ ходомъ работъ построенія плана изъ полученныхъ и отмѣченныхъ на позитивѣ точекъ, но для большаго понятія и болѣе успѣшной работы считаемъ нужнымъ подробнѣе объяснить вопросъ о позитивныхъ отпечаткахъ и о систематическомъ отысканіи точекъ.

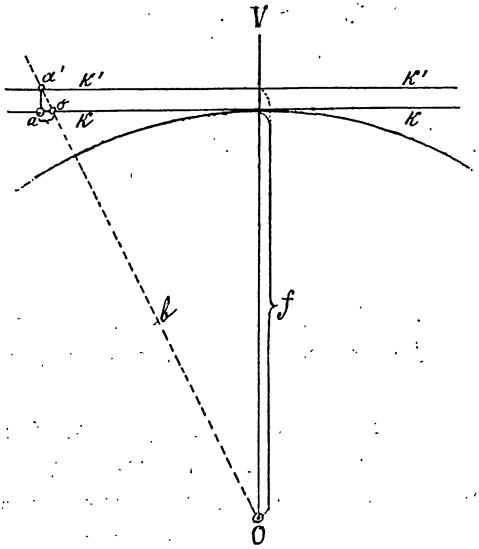
Вѣрнѣйшимъ средствомъ для отмѣриванія точекъ и перевода ихъ на картинную прямую можетъ служить, разумѣется, самый негативъ. Но такъ какъ обратное положеніе изображенія на негативѣ, а также свѣтовое впечатлѣніе его для непривычнаго глаза очень затруднительны, то лучше отпечатать съ негатива позитивъ, представляющій изображеніе снятаго предмета въ правильномъ положеніи очертаній и свѣта-тѣней. Отпечатки на разныхъ бумагахъ, вслѣдствіе пребыванія въ различныхъ жидкостяхъ и водѣ, подвергаются растяженію, удлиняясь въ извѣстномъ направленіи болѣе или менѣе, главнымъ образомъ, при наклеиваніи на картонъ.

Приготовленіе діапозитивовъ—не измѣняющихъ размѣровъ негатива—было бы, конечно, вѣрнѣе всѣхъ другихъ способовъ, но при большой массѣ негативовъ этотъ способъ слишкомъ дороги ъ требуетъ много времени. Чтобы избѣжать этихъ затрудненій, остается такой исходъ: печатать на бумагѣ (лучше всего аристотипной) и, не подвергая оттискъ дѣйствіямъ окрашиванія, фиксированія и промывки, вслѣдствіе чего сохраняются вѣрные размѣры негатива, отмѣтить нужныя точки и перенести ихъ на планъ. Такъ какъ при

не очень сильномъ свѣтѣ бумага темнѣетъ не очень скоро, въ особенности, если оттискъ въ то время, когда онъ не употребляется, прикрытъ чѣмъ нибудь темнымъ, то можно пользоваться имъ довольно продолжительное время.

Ціаноферная бумага также хорошій матеріалъ для копированія на нее оттисковъ, голубой ихъ цвѣтъ пріятенъ для глазъ и обведеніе точекъ кружечками на ея матовой поверхности представляетъ много удобствъ.

41. При большихъ работахъ, когда нужно просматривать много фотографій для отысканія одинаковыхъ точекъ, этотъ способъ неудобенъ, а приходится пользоваться фиксированными и наклеенными отпечатками. Во избѣжаніе сильнаго растяженія бумаги, нужно наклеивать оттиски сухими, и не крахмаломъ, а жидкимъ столярнымъ клеемъ, что при нѣкоторомъ навыкѣ прекрасно удается. Тогда бумага почти не растягивается. Прекраснымъ контролемъ, на сколько удлинилась бумага въ ту или другую сторону, служитъ снятая на негативѣ сантиметровая рамка. Приложивъ сантиметровую линейку къ отпечатку, сейчасъ увидимъ, насколько бумага растянулась. А зная вѣрную степень увеличенія, можно эту ошибку исправить очень легко слѣдующимъ образомъ (фиг. 36). Измѣривъ разстояніе

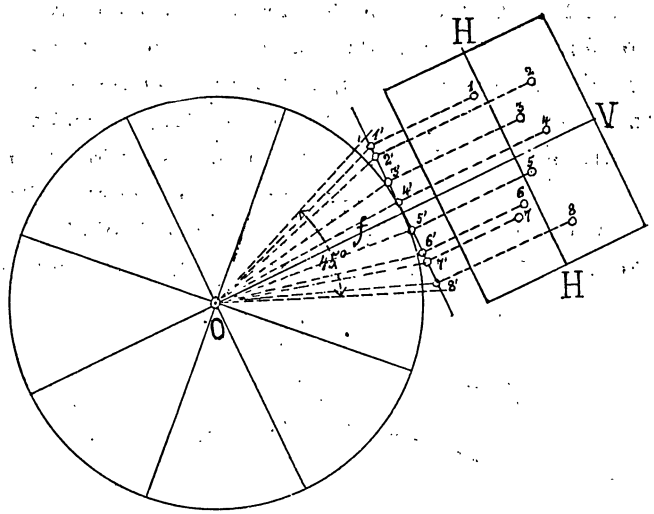


Фиг. 36.

отъ главной вертикали до края изображенія и убѣдившись, на сколько бумага удлинилась въ этомъ направленіи, откладываемъ найденную

разницу на продолженіи прямой K и, проведя изъ отмѣченной точки a перпендикулярно къ K линію до пересѣченія ея съ лучемъ b, обозначавшимъ въ o край негатива, мы изъ точки a' проводимъ прямую K', параллельно первой K, на которую, безъ всякихъ дальнѣйшихъ измѣреній, переносимъ всѣ отмѣченныя на фотографіи точки.

42. При отысканіи точекъ надо соблюдать особенную послѣдовательность. Положивъ рядомъ двѣ или три фотографіи, изъ которыхъ надо взять одинаковыя точки, начинаютъ съ отысканія самой выдающейся и, найдя ее и на другихъ фотографіяхъ, обозначаютъ эту точку кружечкомъ (бѣлилами или сурикомъ) и одинаковой на



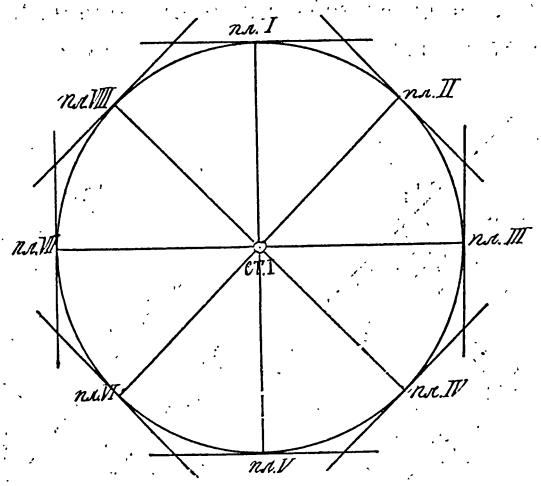
Фиг. 37.

всѣхъ фотографіяхъ цифрой; затѣмъ вблизи этой находятъ другую, которую также отмѣчаютъ кружечкомъ и одинаковою (слѣдующей) цифрою.

Такимъ образомъ, продолжая сравнивать и обозначать на всѣхъ выбранныхъ фотографіяхъ послѣдовательно, находятъ скоро требуемыя для плана точки, и тогда можно приступать къ черченію его и перенесенію найденныхъ и обозначенныхъ цифрами точекъ на картинную прямую. При большихъ работахъ, ранѣе начала черченія плана, слѣдуетъ отыскать и обозначить всѣ точки, корреспондирующія съ фотографіями (панорамой) первой станціи, затѣмъ послѣдовательно и другія.

Начертивъ предварительно на планѣ базисъ, т. е. тригонометрически опредѣленныя мѣста, въ данномъ масштабѣ, и поставленныя вѣхи или сигналы, начинаемъ оріентированіе снятыхъ фотографій по правиламъ, указаннымъ въ ст. 27.

Какъ уже сказано, оріентированіе совершается очень скоро, когда извѣстно направленіе главнаго луча (фиг. 37).



Фиг. 38.

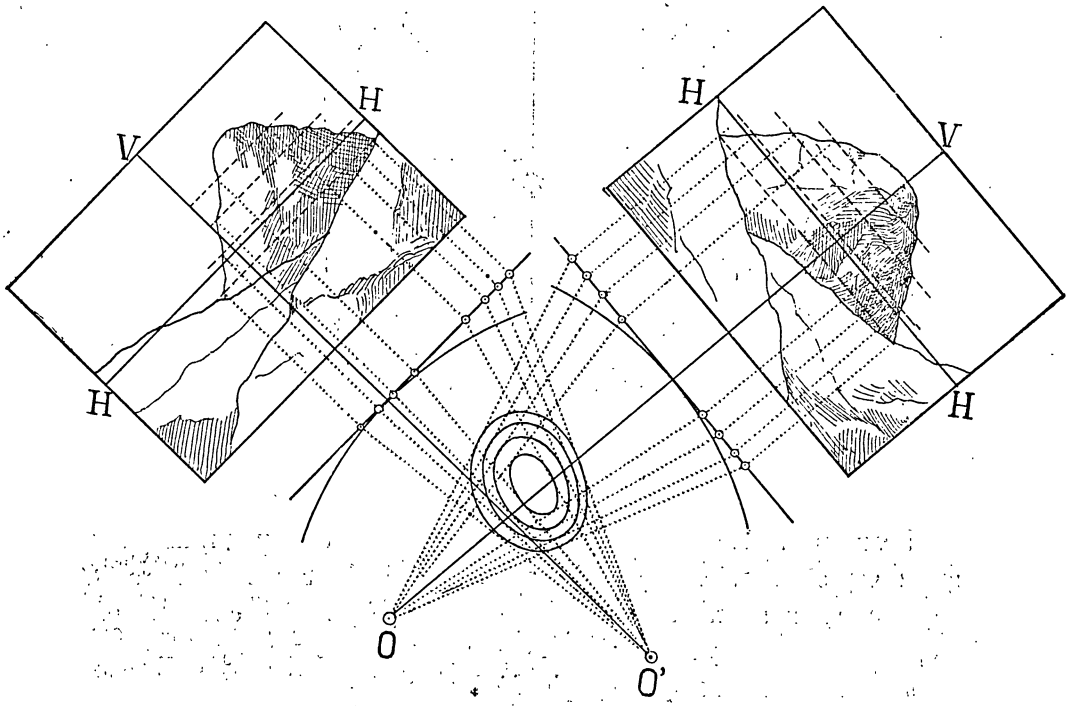
Если мы имѣемъ дѣло съ панорамическими снимками, полученными черезъ 45°, то, опредѣливъ направленіе главнаго луча *O* перваго снимка и возставивъ перпендикуляръ по обѣимъ его сторонамъ, мы получимъ картинную прямую, на которую перенесемъ отмѣченныя на фотографіи № I точки 1—8.

Такимъ образомъ, проведя изъ *O* къ дугѣ подъ угломъ 45° главные лучи послѣдующихъ фотографій, мы оріентируемъ всю панораму съ первой станціи и можемъ приступить къ оріентированію другихъ. Полученныя точки пересѣченія лучей одинаковаго обозначенія отмѣчаются тою же цифрою.

Отмѣтивъ на планѣ засѣчки главныхъ точекъ и ихъ высоты (см. ст. 28), мы всегда можемъ получить изъ фотографій подробности для опредѣленія горизонталей и другихъ деталей, нужныхъ для полноты плана. Для этого надобно на чертежѣ правильно обозначить точки станцій и главныя точки(пересѣченіе главнаго луча

съ картинною прямою), чтобы не затруднить отысканіе подлежащихъ дополненію картинныхъ прямыхъ (фиг. 38).

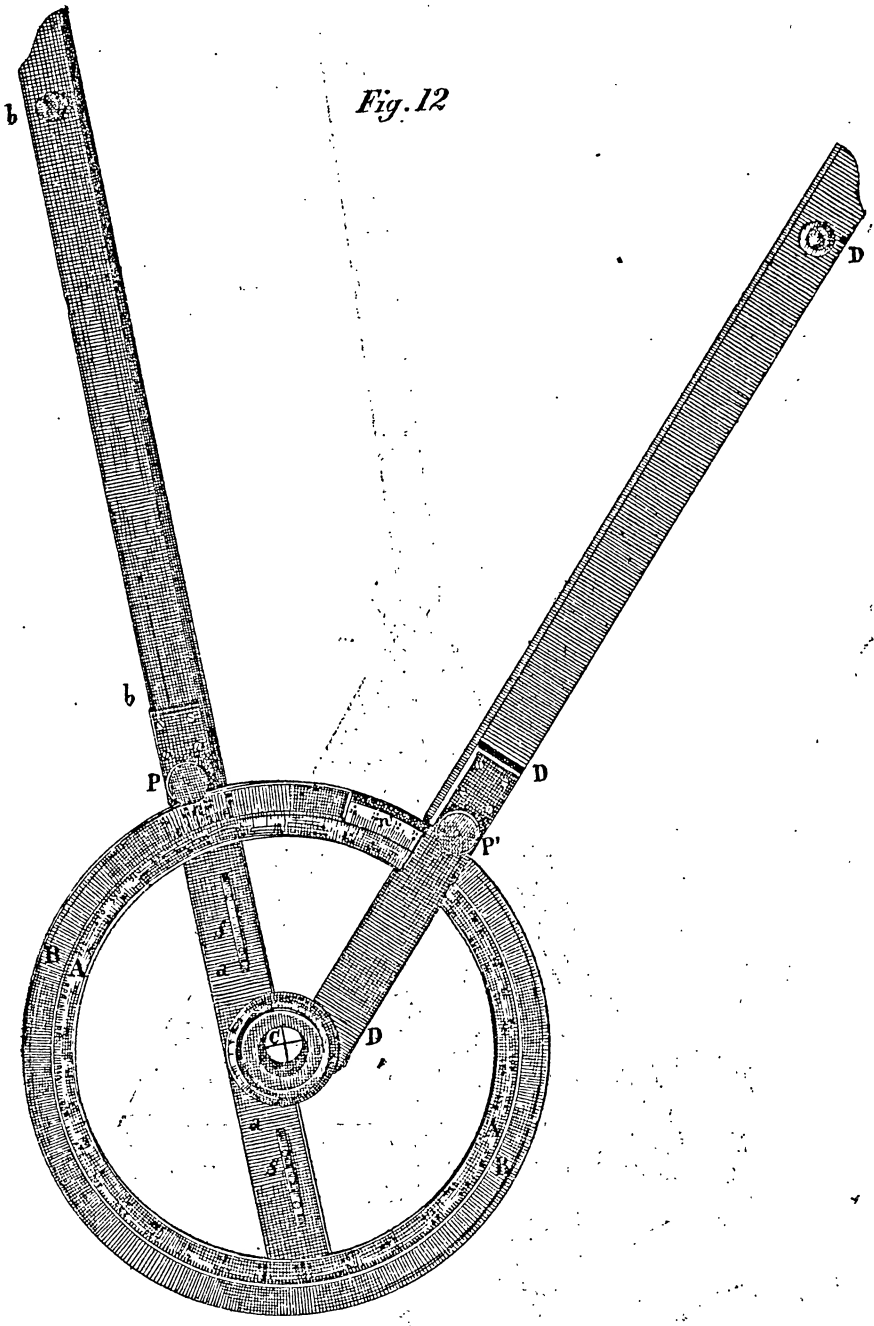
43. Для полученія горизонталей, надо провести на корреспондирующихъ фотографіяхъ горизонтальныя прямыя черезъ опредѣляемую возвышенность, какъ представлено на схематическомъ рисункѣ (фиг. 39) и, проведя отъ конечныхъ точекъ этихъ горизонталей параллели къ главной вертикали до картинной прямой, провести оттуда лучи къ соотвѣтствующимъ станціямъ, между которыми и начертить приблизительныя горизонтали.



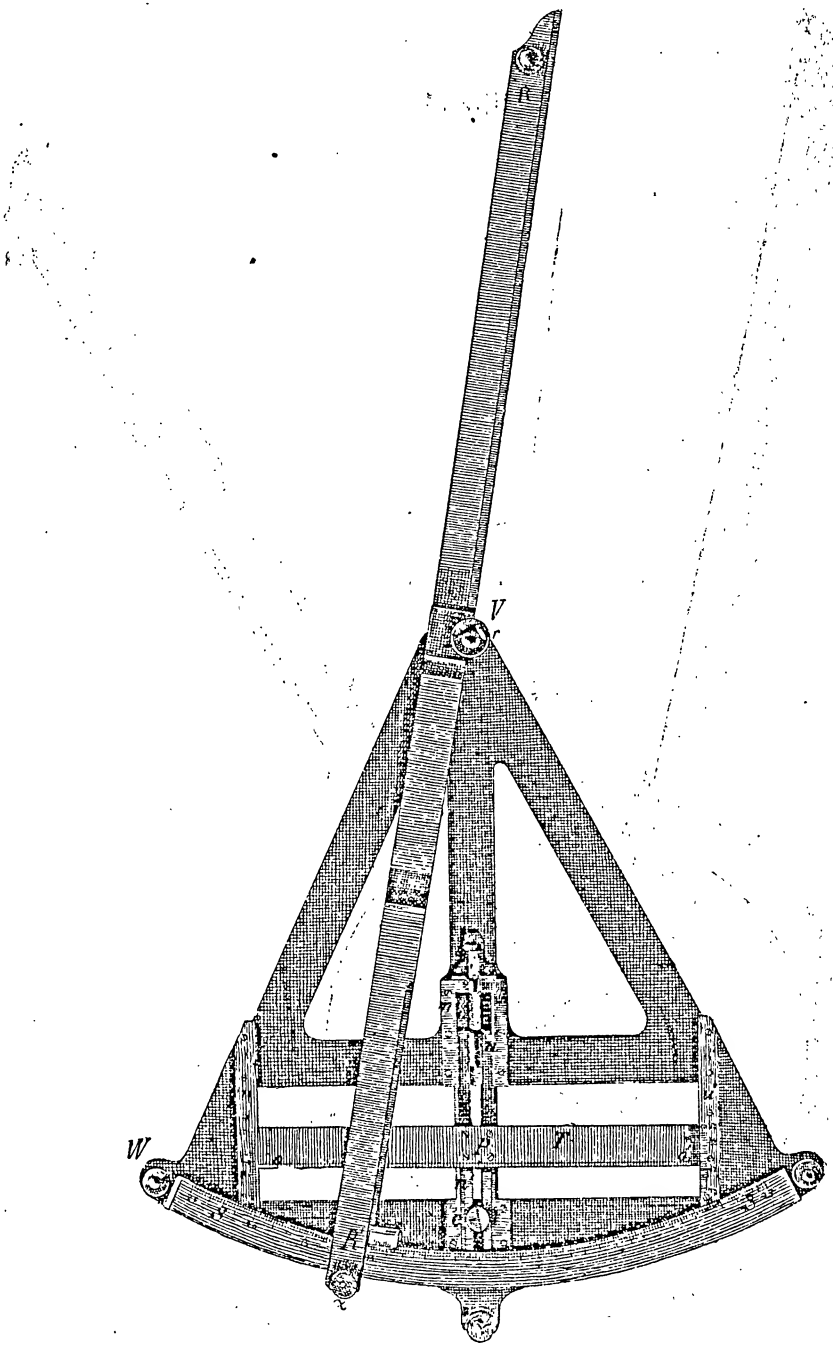
Фиг. 39.

Отмѣченныя на фотографіяхъ одинаковыя точки въ пересѣченіи своемъ даютъ искомое направленіе горизонтали и, чѣмъ больше найдется такихъ точекъ, тѣмъ подробнѣе будетъ правильное очертаніе опредѣляемой горизонтали.

44. При исполненіи большихъ работъ, гдѣ масса проведенныхъ прямыхъ и другихъ конструктивныхъ линій можетъ переполнить планъ и затемнить его, пользуются вспомогательными инструментами, позволяющими, при проведеніи немногихъ необходимыхъ линій, вычислять прямо требуемыя величины, что, конечно, весьма



Фиг. 40.



Фиг. 41.

облегчаетъ и упрощаетъ задачу. Извѣстный итальянскій инженеръ Паганини употребляетъ при своихъ картографическихъ работахъ, сдѣланныхъ фототопографическимъ способомъ, три инструмента, приспособленные спеціально для этой цѣли: 1) графическій аппаратъ для отмѣтки на планѣ отмѣренныхъ теодолитомъ угловъ, нужныхъ для оріентированія; 2) графическій аппаратъ для проведенія лучей изъ перенесенныхъ на картинную прямую точекъ къ точкѣ стоянки; 3) графическій аппаратъ для опредѣленія высотъ.

45. Графическій транспортиръ (фиг. 40) состоитъ изъ двухъ круговыхъ плоскихъ колецъ, сложенныхъ вмѣстѣ, изъ которыхъ одно A двигается вдоль другаго B. Послѣднее находится въ соединеніи съ кольцомъ C, лежащимъ въ центрѣ, такъ что A и B посредствомъ металлической пластинки a, имѣющей у SS' рукоятки, могутъ быть вращаемы. Внутреннее кольцо A раздѣлено на градусы, наружное B имѣетъ у n ноніусъ, нуль котораго соотвѣтствуетъ краю линейки b. Нажимный винтъ P удерживаетъ внутреннее кольцо на наружномъ. Алидада D, вращающаяся вокругъ C, имѣетъ у n' ноніусъ и можетъ быть закрѣплена на внѣшнемъ кольцѣ посредствомъ нажимнаго винта P'. Употребленіе этого инструмента, а также и удобство его легко понять: онъ опредѣляетъ углы между разными направленіями и дѣлаетъ возможнымъ точное проведеніе лучей направленія.

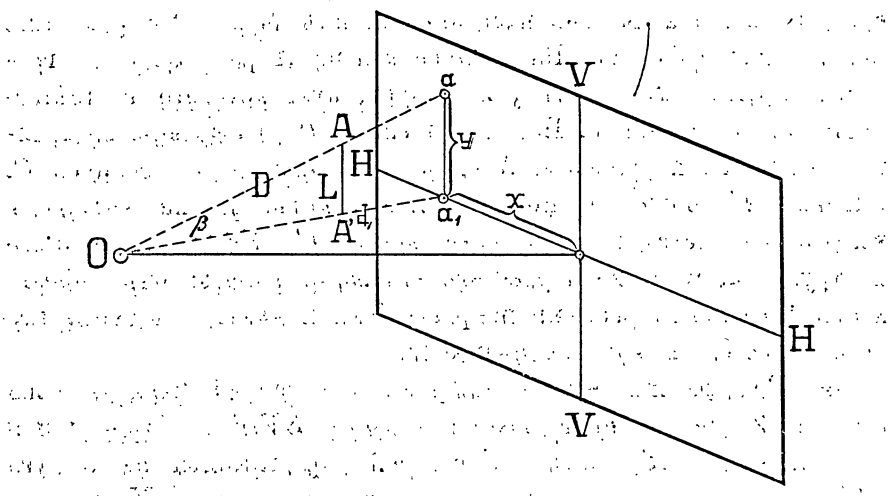
46. Графическій секторъ изображенъ на фиг. 41. Вокругъ точки стоянки V (кнопка v) вращается секторъ SVS' и лежащая при немъ линейка RR', конецъ R' которой передвигается вдоль дуги SS'. Посредствомъ винта m, обращеннаго къ центру V, можетъ быть передвинута стоящая перпендикулярно къ стержню mm' стальная полоска T, параллельно своему положенію. При этомъ она движется между двумя, раздѣленными на миллиметры, рейками, для отсчитыванія разстоянія (перпендикулярнаго къ средней линіи инструмента) края OO' отъ центра V.

Послѣ установки въ правильное положеніе, т. е. когда V находится въ точкѣ стоянки, а средняя линія VP по оптической оси, секторъ прикрѣпляется къ плану двумя маленькими, снабженными иглами, винтами W и W', а край $O\,O'$ посредствомъ винта m устанавливается на фокусномъ разстояніи отъ V. Взявъ теперь циркулемъ какую-нибудь отмѣченную на фотографіи точку главной вертикали и перенеся ее отъ P на $O\,O'$, затѣмъ, приложивъ линейку къ острію циркуля и закрѣпивъ ее нажимнымъ винтомъ Z, можно по линейкѣ $R\,R'$ провести лучъ. Этимъ инструментомъ

можно также отсчитать горизонтальный уголъ, такъ какъ дуга $S\,S'$ раздѣлена на градусы и имѣетъ ноніусъ.

Если положеніе оптической оси (главнаго луча) неизвѣстно и должно быть найдено по тригонометрически опредѣленной точкѣ, то прикрѣпляютъ инструментъ сначала только въ точкѣ стоянки V, накладываютъ линейку по данному направленію, вращаютъ секторъ, пока точка P линейки находится въ разстояніи данной точки отъ главной вертикали, затѣмъ укрѣпляютъ сперва линейку нажимнымъ винтомъ Z, а секторъ винтами WW' на планѣ.

47. При опредѣленіи высоты надо изобразить два треугольника, имѣющіе приблизительно такое положеніе, какъ показано на фиг. 42.

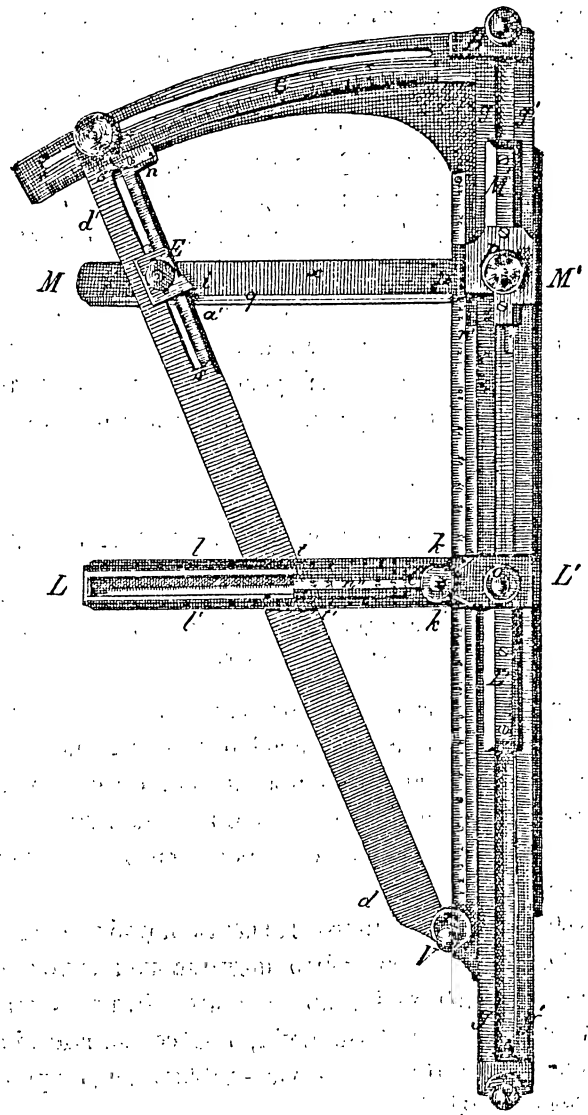


Фиг. 42.

На ней изображаютъ: Oa'—разстояніе d отъ стоянки до опущенной изъ точки a къ горизонту HH параллели VV, OA'—горизонтальное разстояніе D между станціею и точкою въ планѣ, y—разстояніе aa' отмѣченной точки отъ горизонтали и $A\,A'$—высоту L точки въ планѣ надъ уровнемъ стоянки.

Для опредѣленія высоты L графическимъ путемъ, употребляется указатель высотъ (фиг 43). На металлической полосѣ AB двигаются между рейками g и g' два поперечника L' и M' съ перпендикулярными къ AB линейками LL' и MM'. Вокругъ оконечной точки V, снабженнаго дѣленіями края полосы $A\,B$, вращается алидада dd', имѣющая продолговатое отверстіе $s\,s'$. Черезъ это отверстіе проходитъ кнопка E, устанавливающая соединеніе съ линей-

кою MM' и имѣющая на концѣ ноніусъ n, помощью котораго можно отсчитать на раздѣленной дугѣ G уголъ высоты β.



Фиг. 43.

Положивъ инструментъ точкою V на точку стоянки, поставимъ C на A', D и a', и DE сдѣлаемъ равнымъ y, тогда CF укажетъ высоту, соразмѣрно данному масштабу.

Кромѣ вышеуказанныхъ инструментовъ, можно для опредѣленія

высотъ пользоваться логариѳмическою линейкою и существующими таблицами масштаба высотъ.

48. Переводя на планъ однимъ или другимъ способомъ всѣ отмѣченныя на фотографіяхъ точки, надобно ихъ соединить въ непрерывный рисунокъ. Исполненіе этой задачи при мензульныхъ и другихъ съемкахъ дѣлается на основаніи записей, кроки или просто на глазъ. Фототопографія пользуется для этого драгоцѣннымъ документомъ—самой фотографіею, позволяющею провести всѣ линіи съ безукоризненной правдивостью и допускающей во всякое время самый строгій контроль. На планѣ же слѣдуетъ отмѣтить также всѣ данныя геодезическихъ отмѣтокъ, какъ напримѣръ: разные углы, №№ стоянокъ, пластинокъ и т. п., а также подъ данными въ чертежѣ цифрами всѣ высоты и горизонтали. Также можно пользоваться для объясненія плана условленными при топографическомъ черченіи знаками и раскрашиваніемъ его условными красками.

X. Построеніе плана при наклонныхъ картинныхъ плоскостяхъ.

49. Общія свѣдѣнія. — 50. Трехлинейное сродство, построеніе Гаука. — 51. Графическое исправленіе въ планѣ двухъ наклонныхъ плоскостей по способу проф. Штейнера.

49. Какъ уже было сказано неоднократно, вертикальное положеніе камеры и матоваго стекла необходимо для полученія правильныхъ, пригодныхъ для черченія плана, фотографій. Могутъ, однако, встрѣтиться такіе предметы, которые, для полученія полной ихъ величины, требуютъ съемку съ наклоннымъ положеніемъ камеры вверхъ или внизъ.

При фототеодолитахъ системы Поллакъ подобные случаи почти исключаются вслѣдствіе возможнаго подъема или спуска объектива въ вертикальномъ направленіи, но если приходится снять высокій предметъ въ очень близкомъ разстояніи, гдѣ самый высокій подъемъ оказывается недостаточнымъ, то волей-неволей надо прибѣгнуть къ этой исключительной мѣрѣ.

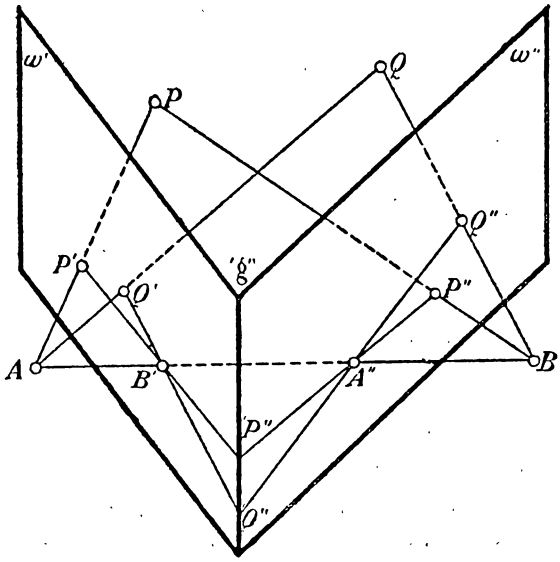
Естественно, что снимокъ, полученный при наклонномъ положеніи камеры, нельзя врисовать въ горизонтальный планъ на вышеизложенныхъ основаніяхъ, а требуется предварительное исправленіе искошенныхъ наклономъ точекъ и ихъ вертикальныхъ и горизонтальныхъ угловъ. Математическій способъ исправленія, требующій сложную координатную систему и цѣлый рядъ формулъ и вычисле-

ній для каждой точки, слишкомъ труденъ и продолжителенъ для практика-чертежника, а есть чисто графическій способъ, предлагаемый профессоромъ Штейнеромъ и основанный на трехлинейномъ сродствѣ по системѣ Гаука.

50. Когда одна и та же мѣстность, поверхность земельнаго участка или строеніе перспективно проектируется изъ трехъ различныхъ точекъ A, B, C, на трехъ различныхъ плоскостяхъ ω', ω'' и ω''' (фиг. 44) такъ, что въ A имѣется центръ перспективы для ω', въ B для ω'' и въ C для ω''', то образуются три изображенія E', E'', E''', находящіяся въ опредѣленномъ геометрическомъ сродствѣ, допускающемъ возможность, на основаніи линейныхъ построеній (не выходящихъ изъ относящихся къ нимъ плоскостей), изъ двухъ проекцій найти третью. Когда C падаетъ въ безконечное разстояніе и ω''' горизонтально, то третье изображеніе переходитъ, если перспективные лучи стоятъ отвѣсно на ω''', въ ортогональный планъ; когда же ω''' вертикально, а C въ безконечномъ отдаленіи, то получается горизонтальный планъ.

Изъ этого слѣдуетъ, что фотограмметрическія задачи могутъ быть сведены на трехлинейное сродство.

Пусть A и B на фиг. 44 будутъ два перспективные центра,



Фиг. 44.

ω' и ω'' принадлежащія къ нимъ картинныя плоскости. Проектируя B изъ A на ω', получается B'; также, проектируя A изъ B

на ω'', получается A''; B' и A'' суть изображенія противуположныхъ центровъ или ядровыя точки. Всѣ построенія какихъ-либо точекъ, проектируемыхъ изъ A на ω' обозначимъ однимъ значкомъ, также точки, проектируемыя изъ B на ω'' обозначимъ двумя значками. Обѣ проекціонныя плоскости пересѣкаются по прямой $'g''$. Пусть будетъ P любая точка. Проложивъ черезъ A, B, P, P' и P'' плоскость, замѣтимъ, что она проходитъ черезъ B' и A'', и пересѣкаетъ $'g''$ въ точкѣ $'P''$.

Если Q—другая точка и проложимъ A, B, Q, Q' и Q'', то получается въ $'g''$ точка $'Q''$.

Проведя въ изображеніи ω' изъ ядровой точки B' лучи на картинныя точки $P'\ Q' \ldots$, а также въ изображеніи ω'' изъ ядровой точки A'' лучи на точки $P''\ Q''$, найдемъ, что соотвѣтствующіе лучи пересѣкаются въ точкахъ $P'''\ Q'''$ прямой $'g''$, другими словами,—пучки B' $(P'\ Q' \ldots)$ и A'' $(P''\ Q'')$ лежатъ перспективно, $'g''$ есть ось перспективы. Это и есть основное отношеніе трехлинейнаго сродства (Hauck).

Такимъ образомъ имѣемъ данные въ пространствѣ проекціонные центры и принадлежащія къ нимъ плоскости:

центры: A, B, Z, U;
плоскости: $\omega', \omega'', \omega_1, \omega_2$.

Пусть будетъ спеціально Z зенитъ наблюдателя и ω_1—горизонтальная плоскость, плоскость плана, U—лежащій въ безконечности, перспективный центръ вертикальнаго плана, ω_2—плоскость вертикальнаго плана.

Любая точка предмета P можетъ быть изображена изъ каждаго центра на принадлежащей ему плоскости и должна быть обозначена послѣдовательно:

плоскость . . . $\omega', \omega'', \omega_1, \omega_2$;
изображеніе точки P', P'', P_1, P_2.

Поэтому P' есть перспективное изображеніе точки P въ ω', P'' въ ω'', P_1—горизонтальный планъ, P_2—вертикальный планъ P.

Каждый проекціонный центръ можетъ считаться для всѣхъ остальныхъ центральныхъ проекцій предметною точкою; мы получаемъ тогда различныя, такъ называемыя, ядровыя точки. Такъ, напримѣръ, A_1 — есть горизонтальный планъ, A_2 — вертикальный планъ, A''—ядровая точка въ ω'', все это относится къ центральной системѣ.

Также посмотримъ на U' — какъ на изображеніе безконечно далекаго центра вертикальнаго плана на ω'; а на U'' какъ на таковое же на ω''.

Далѣе назовемъ прямыя пересѣченія двухъ плоскостей буквою g и соотвѣтствующими обозначеніями тѣхъ двухъ плоскостей, которымъ онѣ принадлежатъ. И такъ, прямая пересѣченія плоскости ω_1 и ω' будетъ g'_1, а $'g''$ прямая пересѣченія плоскостей ω' и ω''.

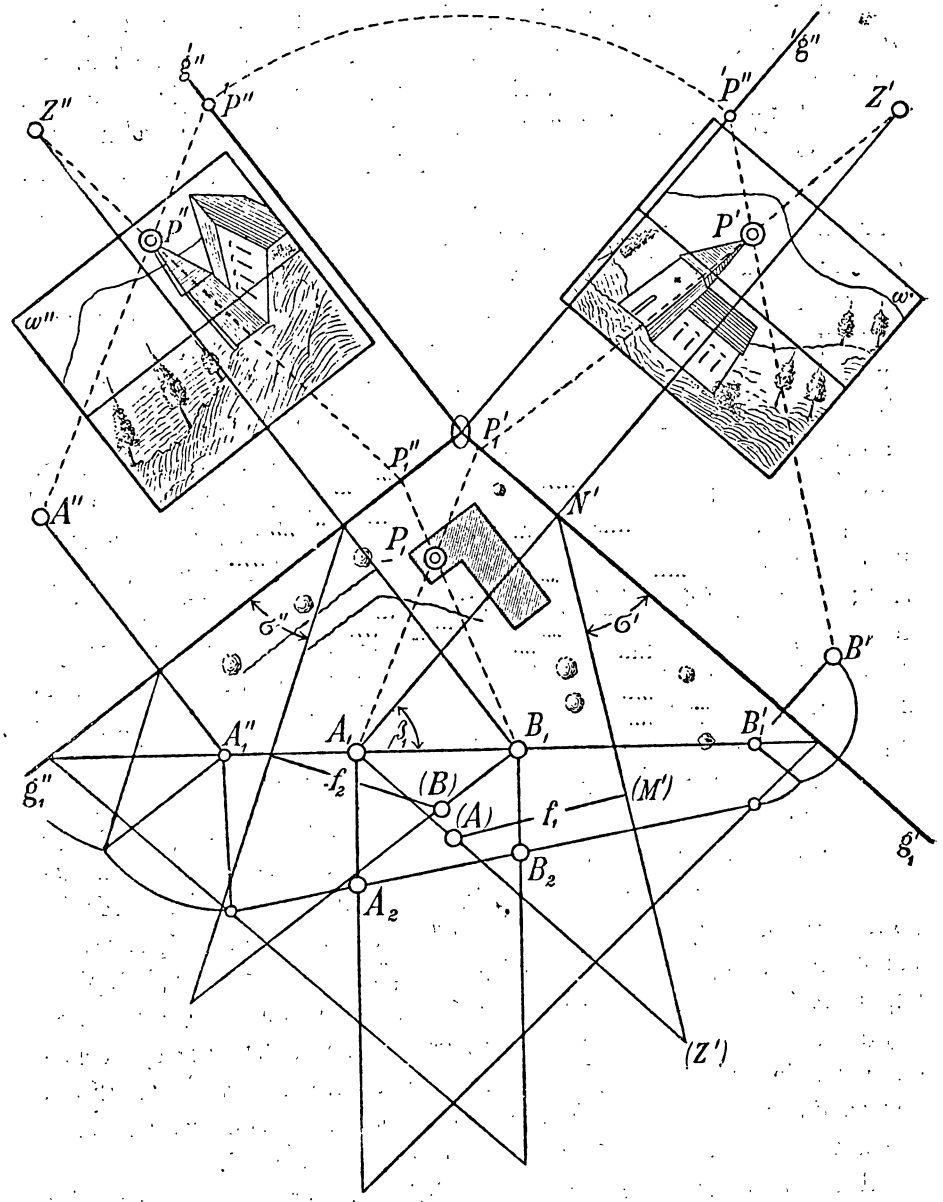
Зная описанныя правила, слѣдующія построенія будутъ понятны.

51. Когда извѣстны стоянки, ихъ разстоянія и высоты, уголъ наклоненія, азимутъ и фокусное разстояніе, то на планѣ (фиг. 45) отмѣтимъ базисъ A и проектируемъ изъ A оптическую ось помощью измѣреннаго при съемкѣ угла B_1, заключающагося между осью и базисомъ; вообразимъ проложенною черезъ $A_1 N'$ вертикальную плоскость и плоскость эту совмѣщенною съ плоскостью базиса. Проведя $A_1 (Z') \perp A_1 Z'$, переносимъ на эту прямую изъ A_1 высоту h_1 стоянки A надъ базисомъ по масштабу плана, т. е. дѣлаемъ $A_1 (A) = h_1$, проводимъ изъ (A) прямую, образующую уголъ $90° - \sigma'$ съ $A_1 (Z')$, образуемый картинною плоскостью ω' съ горизонтальною плоскостью, и, наконецъ, дѣлаемъ $(A)(M') = f_1$, получая изъ этого (M'); проведя $(Z') N' \perp (A)(M')$, получаемъ точки N' и Z'. Если теперь проведемъ $g' \perp A_1 N'$, то g_1' представитъ горизонтальную линію картинной плоскости ω', а (Z') совмѣщенное съ горизонтальною плоскостью изображеніе зенита. Нанеся $A_1 (Z')$ изъ N', т. е. дѣлая $A_1 (Z') = N' Z'$, получаемъ въ Z' правильное изображеніе зенита, точки схода всѣхъ вертикальныхъ фотографій ω'.

Также построимъ Z'' по даннымъ для стоянки B. Чтобы получить на планѣ какую-нибудь точку P, обозначенную въ картинныхъ плоскостяхъ ω' и ω'' подъ P' и P'', проводятъ прямыя $Z' P'$ и $Z'' P''$ до пересѣченія P_1' и P_1'' съ g_1' и g_1'' получая такимъ образомъ на планѣ точки пересѣченія $A_1 P_1'$ и $B_1 P_1''$. Когда фотографіи оріентированы вышеописаннымъ способомъ, уже не представляется трудности для полученія искомыхъ точекъ на планѣ, и графическое опредѣленіе плана изъ двухъ фотографій, снятыхъ въ наклонномъ положеніи, дѣлается пожалуй проще, чѣмъ изъ вертикально снятыхъ, такъ какъ не требуется проведенія параллелей.

Построивъ совмѣщенную точку B_1', въ которой прямая AB касается картинной плоскости ω', а также совмѣщенную точку A'', въ которой AB касается картинной плоскости ω'', получимъ контроль идентичности точекъ P' и P_1'', такъ какъ прямыя $A'' P''$ и $B' P'$ отрѣзаютъ одинаковые отрѣзки на переложенной прямой $'g''$,

т. е. должны равно отстоять вправо и влѣво отъ O. Построеніе точекъ A'' и B'' помощью совмѣщенной съ $A_1 B_1$ вертикальной плоскости показано на фиг. 45.



Фиг. 45.

Кромѣ приведеннаго въ ст. 51 способа черченія горизонтальнаго плана изъ двухъ, снятыхъ въ наклонномъ положеніи фотогра-

фій, по способу проф. Штейнера, послѣдній даетъ въ своемъ сочиненіи: „Die Photographie im Dienste des Ingenieurs“ (Wien 1893. Lechner) весьма практическія указанія относительно употребленія обыкновенныхъ продажныхъ фотографій для составленія изъ нихъ плановъ.

XI. Фототопографическіе планы изъ одной фотографіи.

52. Общія геометрическія правила.—53. Уменьшеніе проекціи для умѣщенія въ планѣ точекъ схода.—54. Построеніе плана.—55. Черченіе плана береговой линіи.

52. Въ ст. 10 говорилось о возможности построенія плана изъ одной только фотографіи, снятой, напримѣръ, у устья рѣки съ какого-нибудь естественнаго или искусственнаго возвышенія.

Посмотримъ сначала свойство такихъ изображеній, а потомъ перейдемъ къ описанію послѣдовательныхъ геометрическихъ черченій для полученія горизонтальнаго плана.

Какъ и при снимкахъ съ двухъ стоянокъ, надо обращать вниманіе на вертикальное положеніе матоваго стекла (пластинки). Когда это соблюдено, то всѣ въ натурѣ вертикальныя прямыя должны быть параллельны также и въ перспективномъ изображеніи (фотографіи).

Общія геометрическія свойства перспективныхъ изображеній суть слѣдующія (фиг. 46):

Когда картинная плоскость вертикальна и мы вообразимъ черезъ перспективный центръ горизонтальную плоскость ω, перпендикулярно къ картинной плоскости, то таковая пересѣкаетъ послѣднюю прямою h, горизонтомъ.

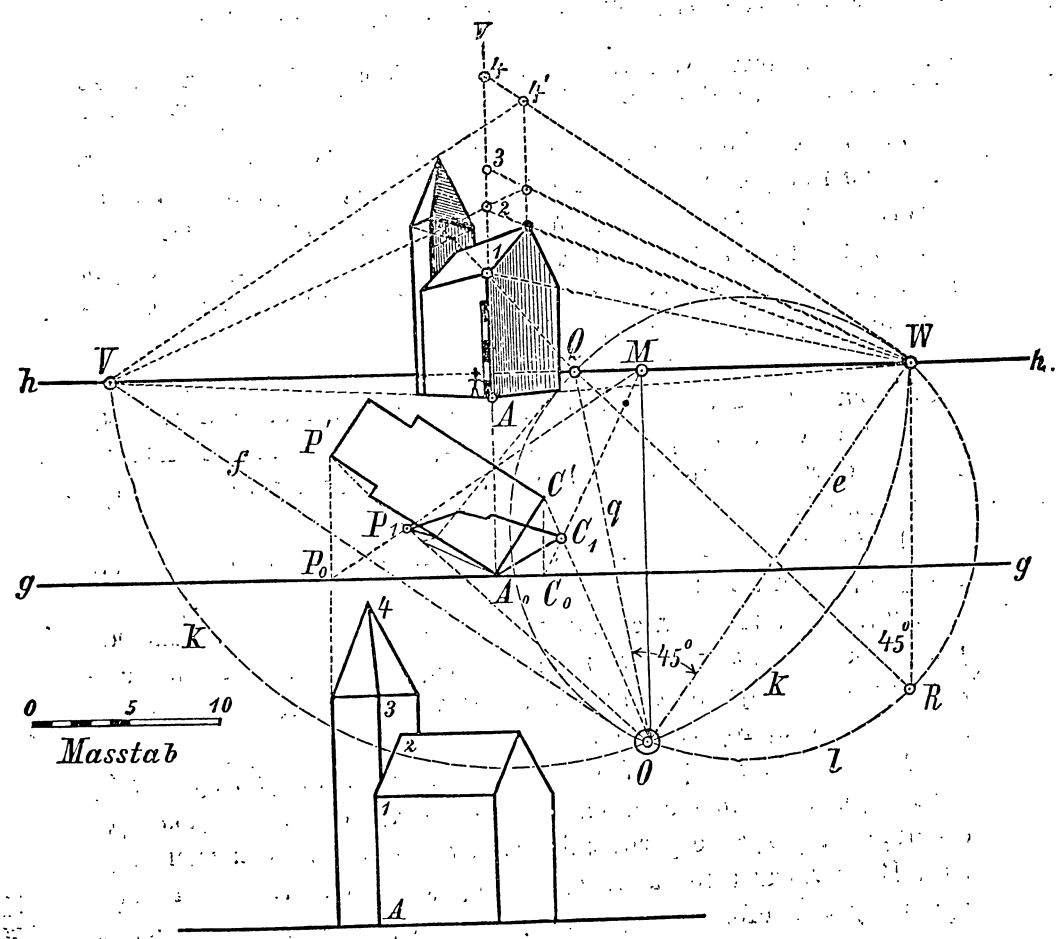
Совмѣщая ω вокругъ h съ картинною плоскостью, получимъ O, а OM даетъ разстояніе перспективнаго центра отъ картинной плоскости, т. е. фокусное разстояніе. M также называютъ главною точкою. Въ изображаемомъ предметѣ существуютъ горизонтальныя прямыя f и e, стоящія перпендикулярно другъ къ другу; проведя черезъ O параллельныя къ этимъ прямымъ до пересѣченія съ горизонтомъ, получаемъ точки V и W, называемыя точками схода изображеній f и e; изображенія всѣхъ прямыхъ, въ дѣйствительности параллельныхъ къ f, пересѣкаются въ V, а изображенія всѣхъ прямыхъ, параллельныхъ въ дѣйствительности къ e, въ W. Такъ какъ $e \perp f$, то V, O и W должны находиться на одной окружности, гдѣ бы ни лежалъ перспективный центръ.

Если бы были извѣстны точки схода V и W какого-нибудь

*

другаго прямаго угла, находящагося также въ горизонтальной плоскости, и мы провели бы черезъ V и W другую окружность K (не обозначенную на фиг. 46), то обѣ окружности K и K должны бы пересѣкаться въ O.

Пусть далѣе будетъ извѣстна Q точка схода всѣхъ горизонтальныхъ прямыхъ, образующихъ (включающихъ) съ e опредѣленный

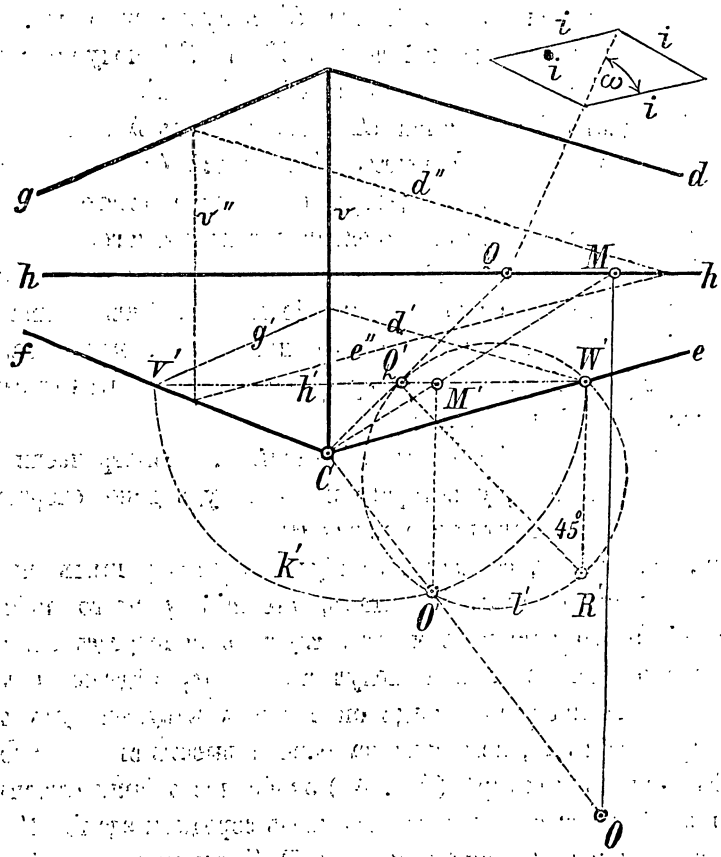


Фиг. 46.

уголъ, напримѣръ въ 45°. Такіе углы всегда находятся, когда въ изображенныхъ предметахъ имѣются квадраты, какъ напр. представляетъ башня на фиг. 46. Въ такомъ случаѣ Q будетъ точкою пересѣченія діагоналей этого квадрата съ горизонтомъ. Если проведемъ WR перпендикулярно къ h и черезъ R прямую RQ, включающую съ RW уголъ въ 45°, то Q, которая также должна быть

точкою пересѣченія угла въ 45°, стороны котораго проходятъ черезъ Q и W, должна лежать на окружности круга e, центръ котораго совпадаетъ съ серединою прямой QR и проходитъ черезъ R, W и Q.

53. Часто случается (фиг. 47), что точки схода V и W падаютъ внѣ рисовальной плоскости. Тогда надо уменьшить, въ границахъ



Фиг. 47.

даннаго чертежа, самую проекцію въ такомъ размѣрѣ, чтобы точки схода V и W умѣстились на планѣ. Это дѣлается легко слѣдующимъ образомъ: если V есть точка схода всѣхъ въ дѣйствительности параллельныхъ направленій g и f, W таковая—параллельныхъ въ натурѣ направленій d и e, а O—вертикаль, то проведемъ $v'' \parallel v$, $d'' \parallel d$, $e'' \parallel e$, когда $h \perp v$ и проходитъ черезъ точку пересѣченія $(e''d'')$.

Если Q дана, какъ точка схода діагонали квадрата ii, то въ такомъ случаѣ легко можно найти O помощью слѣдующаго построенія. Принимая положеніе V' произвольно, дѣлая $g' \parallel g$; $d' \parallel d$, получаемъ посредствомъ $(d\,e)$ точки W' и, какъ соединительную линію $W'V'$—прямую h', которая должна быть параллельна h.

Прямая CQ пересѣкаетъ h' въ Q'. Если провести черезъ Q' прямую подъ 45° къ h', а черезъ W' перпендикуляръ къ h', то обѣ прямыя пересѣкаются въ R'. Точка O' получается тогда, какъ точка пересѣченія проведенной черезъ V' и W' полуокружности съ окружностью, начерченною черезъ Q', W' и R'.

$O'M' \perp h'$ даетъ M'. Прямая CM' пересѣкаетъ h въ M, прямая CO'—перпендикуляръ къ h черезъ M въ точкѣ O; такимъ образомъ найдемъ перспективный центръ и фокусное разстояніе.

54. Чтобы при данномъ перспективномъ центрѣ и горизонтѣ перспективнаго изображенія найти горизонтальный планъ предмета, надо предположить, что это изображеніе можетъ быть принято за изображеніе безчисленнаго количества предметовъ, когда таковые между собою сходны и соотвѣтствующія точки находятся въ одномъ и томъ же проекціонномъ лучѣ.

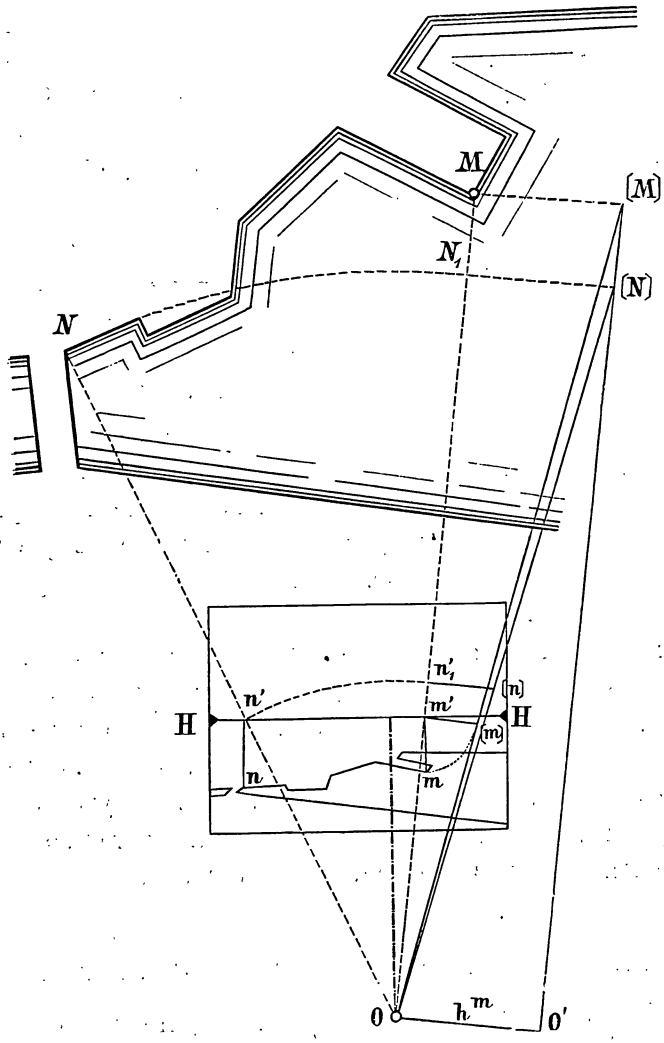
Поэтому можно выбрать изъ фиктивныхъ, геометрически равныхъ предметовъ тотъ, у котораго какой-нибудь ясно очерченный край совпадаетъ съ картинною плоскостью.

Если, напримѣръ, съ какимъ-нибудь архитектурнымъ предметомъ одновременно снятъ масштабъ, стоящій у этого края, то изображеніе этого масштаба можетъ служить непосредственно для отсчитыванія размѣровъ. Мы получимъ высоту отдѣльной точки надъ нулемъ A масштаба, когда опредѣлимъ какую-нибудь точку края посредствомъ A, лежащую на равной высотѣ съ искомою точкою. Въ нашемъ примѣрѣ (фиг. 46) оконечность башни лежитъ въ вертикальной плоскости, проходящей вдоль середины зданія. $4'$ даетъ точку самой вершины башни, прямая $W'4'$ переноситъ вышину на край въ A, гдѣ вышина башни $A\,4$ прямо можетъ быть отсчитана.

При черченіи плана надо провести горизонтальную земную плоскость, линія направленія которой на чертежѣ обозначена gg.

Эту линію слѣдуетъ помѣстить довольно глубоко подъ hh, чтобы отдѣльныя точки плана приходились дальше другъ отъ друга и построеніе и перспективное изображеніе обоюдно не прикрывались. Если предположимъ, что A лежитъ въ картинной плоскости, то A_0 будетъ точкою пересѣченія принятой линіи gg съ вертикалью изъ A. Изъ A_0 легко получается, помощью вертикали въ изображеніи и то-

чекъ схода V, W для горизонталей, перспективный планъ $A_0C_1P_1$. Отдѣльныя точки горизонтальнаго плана P' можно перевести въ ортогональный планъ слѣдующимъ способомъ (фиг. 46): проведемъ MP_1 до пересѣченія P_0 съ g, изъ P_0 опустимъ перпендикуляръ къ g и пересѣчемъ его прямою OP_1, такимъ образомъ точка пере-



Фиг. 48.

сѣченія P' дастъ ортогональную проекцію. На чертежѣ аналогичное построеніе для C' проведено изъ C_1. Условіе, что серія однѣхъ горизонталей должна быть параллельна къ f, другихъ—параллельна къ e; второе условіе, что діагональ квадрата башни должна быть

параллельна къ q (OQ) и т. д., даетъ дальнѣйшія точки опоры и серьезный контроль.

Изъ ортогональнаго плана можно получить, посредствомъ опредѣленія высотъ, какъ выше сказано, вертикальную проекцію. Чертежъ для этого не требуетъ объясненій (фиг. 46).

55. Предположимъ, что фотографія какимъ нибудь образомъ оріентирована, а также извѣстна высота стоянки надъ уровнемъ поверхности воды.

Вращая вокругъ оптическаго центра O горизонтальную плоскость и перенося на нее отмѣченныя точки береговой линіи, получаемъ, вслѣдствіе образующихся подобныхъ треугольниковъ, для каждой точки извѣстную пропорцію (фиг. 48).

При этомъ опущенный перпендикуляръ долженъ относиться къ разстоянію картинной точки отъ горизонта HH, какъ горизонтальное разстояніе точки отъ точки зрѣнія къ горизонтальному разстоянію картинной точки отъ точки зрѣнія.

И такъ $M(M) : m'(m) = MO : m'O$

$= h : m'O.$

Любую точку N получимъ такимъ образомъ, когда изображеніе ея n проектируемъ на горизонтъ HH и по той же пропорціи на зрительномъ лучѣ On', какъ раньше поступили съ M, отыщемъ точку N. Въ предлагаемой фиг. 48 пользовались ради упрощенія вращеніемъ точки M.

При ясной погодѣ водяная поверхность отдѣляется отъ берега настолько отчетливо, что не трудно, посредствомъ этого способа, найти—помощью одной только фотографіи—столько точекъ и въ такомъ близкомъ другъ отъ друга разстояніи, какъ только желательно. Предполагая, что высота стоянки надъ уровнемъ воды извѣстна, можно по данному способу чертить не только горизонтальный планъ, но также и вертикальный профиль.

XII. О точности фототопографическихъ снимковъ.

56. Условная точность.—57. Сравненіе точности мензулы съ фототеодолитомъ.—58. Изслѣдованія точности съемокъ фототеодолита.—59. О точности измѣренія дальнихъ высотъ и угловъ.—60. Фототеодолитъ какъ инструментъ для астрономическихъ и метеорологическихъ наблюденій.

56. Практическое примѣненіе съемки зависитъ отъ степени ея точности. Смотря по требуемой точности, употребляется тотъ или другой инструментъ или способъ измѣренія. Когда требуется только

общее опредѣленіе какого-нибудь направленія, инженеръ, конечно, не будетъ гнаться за опредѣленіемъ направленія съ точностью до одной секунды, какъ это позволяетъ теодолитъ,—или за обозначеніемъ высотъ въ сантиметрахъ, получаемыхъ посредствомъ детальной нивелировки, а будетъ довольствоваться меньшею точностью, чтобы скорѣе исполнить предварительную работу. Чтобы опредѣлить мѣсто, занимаемое фототеодолитомъ между другими геодезическими инструментами, надо выяснить степень точности, получаемой имъ при его съемкахъ и дальнѣйшихъ графическихъ работахъ, производимыхъ на основаніи получаемыхъ посредствомъ его изображеній.

57. Точность угловъ при мензульныхъ съемкахъ принимается въ 1,5 минуты. Въ курсѣ нисшей геодезіи Бикъ, ч. I, стр. 300, говорится: „принимая во вниманіе другія неизбѣжныя погрѣшности, можно считать предѣльную ошибку равною по крайней мѣрѣ 8,5 минутамъ". По произведеннымъ изслѣдованіямъ, о которыхъ рѣчь будетъ впереди, обыкновенный широкоугольный объективъ даетъ эту же точность уже при фокусномъ разстояніи въ 16 см., а извѣстно, что чѣмъ больше фокусное разстояніе объектива, тѣмъ точнѣе получаемыя имъ изображенія. Измѣренія координатъ x и y, взятыхъ изъ фотографіи, зависятъ:

1) отъ рѣзкости фотографіи;

2) отъ точности, съ которою координаты x и y снимаются съ фотографіи.

Рѣзкость фотографіи при объективахъ новѣйшей конструкціи (анастигматъ и пр.) замѣчательная.

Снятіе съ фотографіи размѣровъ должно производиться вѣрными линейками съ тонкими раздѣленіями, чтобы получить безъ затрудненій длину координатъ до 0,1 мм.

Многочисленные опыты отмѣренія и сниманія разстояній показали, что минимальная длина, видимая невооруженнымъ глазомъ, равняется 0,14 мм. Хорошіе трансверсальные масштабы позволяютъ вѣрное опредѣленіе на 0,07 мм., а при употребленіи лупъ можно достичь вѣрности до 0,028 мм.

58. Тщательныя измѣренія д-ра Штольце *) съ фототеодолитомъ, при которыхъ употреблялся анастигматъ Цейссъ $f/9$ съ 15 см. фокуснаго разстоянія, показали, что въ углу картиннаго изображе-

*) Dr. Stolze. Photographische Ortsbestimmung ohne Chronometer. (Berlin, 1893. Mayer und Müller).

нія въ 70° при діафрагмѣ $f/25$ получается рѣзкость въ 0,02 мм., увеличивающаяся при соотвѣтственномъ увеличеніи до 0,01 мм. Довольствуясь первой рѣзкостью и соображая, что линейный діаметръ картинной плоскости въ 30 сантиметровъ равняется картинному углу въ $90° = 5400' = 324.000''$, увидимъ, что 1 миллиметръ представляетъ 1080 секундъ и что, слѣдовательно, рѣзкость въ 0,02 мм. соотвѣтствуетъ ошибкѣ въ 21,5 секунды по лимбу.

Эти цифры достаточно говорятъ за вѣрность и точность фототопографическихъ измѣреній. Ошибки въ углахъ прямо пропорціональны границамъ, до которыхъ длина снимается изъ фотографій, а обратно пропорціональны фокусному разстоянію.

Изъ этого видно, что величина фокуснаго разстоянія объектива играетъ важную роль при фототопографическихъ съемкахъ; чѣмъ больше фокусное разстояніе, тѣмъ меньше ошибки въ углахъ. Кромѣ этого, большіе снимки позволяютъ съ большею точностью снимать координаты x и y и представляютъ въ общемъ болѣе ясно отдѣляющіяся идентичныя точки для плана.

59. На вопросъ, весьма часто предлагаемый автору: въ какомъ разстояніи посредствомъ фототеодолита можно съ точностью получить высоты отдаленныхъ предметовъ,—отвѣтимъ, что, какъ сказано раньше, точность измѣренія зависитъ какъ отъ рѣзкости фотографіи, такъ и отъ тщательности сниманія координатъ съ фотографіи.

Изъ вышеупомянутыхъ измѣреній д-ра Штольце видно, что при анастигматѣ Цейсса въ 212 мм. фокуснаго разстоянія (инструментъ, которымъ снабженъ фототеодолитъ, имѣющійся въ рукахъ автора) точность въ $^1/_3$ сажени получается:

при снятіи координатъ:	a) простымъ глазомъ	b) хорошимъ масштабомъ	c) лупою
точность въ $^1/_3$ саж. на разстояніи:	$1^1/_2$ верстъ	3 верстъ	$7^1/_2$ вер.
точность угловъ въ:	$2'11''$	$1'6''$	$0'26''$

60. Послѣдніе труды д-ра Коппе *) даютъ еще болѣе тонкіе результаты въ примѣненіи фототеодолита для астрономическихъ измѣреній, доходящихъ до крайней точности. Въ настоящее время онъ занятъ наблюденіемъ облаковъ, снимаемыхъ имъ усовершенствованнымъ фототеодолитомъ собственнаго устройства (ст. 4, фиг. 12) для международнаго конгресса метеорологовъ въ Упсалѣ, который орга-

*) Dr. Carl Koppe, Photogrammetrie und internationale Wolkenmessung, Braunschweig, Vieweg und Lohn. 1896.

низовалъ множество станцій по всему міру для одновременнаго наблюденія въ продолженіи года (съ 1-го мая 1896 г. по 1-е мая 1897 г.) за движеніемъ всѣхъ родовъ облаковъ и опредѣленіемъ ихъ высотъ посредствомъ фотограмметрическихъ снимковъ. Предсѣдатель конгресса, директоръ Упсальской обсерваторіи Гильдебрандссонъ, публиковалъ по этому случаю еще въ 1893 г. брошюру подъ заглавіемъ: „Des principales méthodes employées pour observer et mesurer les nuages", въ которой отдаетъ фототеодолиту безусловное преимущество передъ всѣми другими инструментами и сообщаетъ, что заказалъ въ Стокгольмѣ два фотограмметрическіе инструмента по системѣ д-ра Коппе.

Труды д-ра Коппе извѣстны всему астрономическому міру; полученные посредствомъ фототеодолита и отличающіеся астрономическою точностью, они даютъ лучшее доказательство, какое мѣсто среди другихъ геодезическихъ инструментовъ и способовъ измѣреній должно быть отведено фототеодолиту и фототопографіи.

Перечень литературы по фотограмметріи (фототопографіи).

I. Франція.

1. **A. Laussedat**, „Mémoire sur l'emploi de la chambre claire dans les reconnaissances topographiques", Mémorial de l'officier du génie, Paris 1854, № 16.
2. — — „Mémoire sur l'emploi de la photographie dans le lever des plans et spécialement dans les reconnaissances militaires", Comptes rendus, tome 50.
3. — — „Mémoire sur l'emploi de la photographie au lever des plans", Mémorial de l'officier du génie, Paris 1864, № 17,
4. **E. Paté**, „Applications de la photographie à la topographie militaire", Paris 1862.
5. **D'Abbadie**, „Rapport sur la planchette photographique d. M. Chevalier", Bulletin de la Société de la geographie de Paris, 1862.
6. **Pujo et Fourçade**, „Goniométrie photographique", Les Mondes, Paris 1865, № 14.
7. **A. Girard**, „Laussedat's Arbeiten in Bezug auf die Anwendung der Photographie zur Aufnahme von Plänen", Photogr. Archiv 1865, page 316.
8. **A. Jouart**, „Applications de la photographie au lever militaire", Paris 1866.
9. **C. Tronquoy**, „Bemerkungen über die planchette photographique von Chevalier", Photograph. Correspondenz, 1867.
10. **M. Javary**, „Mémoire sur l'application de la photographie aux arts militaires", Mémorial de l'officier du génie, Paris 1874.
11. **Le Bon**, „Les levers photographiques et la photographie en voyage", 2 vol. Paris 1889.
    I. Partie: Application de la photographie à l'étude géometrique des monuments et à la topographie.
    II. Partie: Opérations complémentaires des levers topographiques.
12. **P. Moëssard**, „Le cylindrograph, apparat panoramique". Paris 1889.

13. **A. Laussedat**, „Note sur la conctruction des plans d'après les vues du terrain obtenues des stations aériennes", Comptes rendus, Paris 1890, tome 111.
14. **V. Legros**, „Sommaire de Photogrammétrie, Paris 1891.
15. — — Eléments de Photogrammétrie, Paris 1892,
16. **M. de Nansouty**, „Le photothéodolite de M. le colonel Laussedat". Le Génie civil, Paris 1892, vol. 22.
17. **A. Laussedat**. „Sur les progrès de l'art de lever les plans à l'aide de la photographie en Europe et en Amérique", Comptes rendus, Paris 1893, tome 116.
18. — — „Les applications de la perspective au lever des plans", Paris-Photograph, Revue mensuelle, Paris 1893.
19. — — L'Iconométrie et la Métrophotographie", Conférences publiques sur la Photographie théoretique et technique, Paris. 1893.
20. — — „Note sur la construction d'une minute, à l'échelle de $\frac{1}{20000}$ de la carte d'une partie de montagnes Rocheuses du Canada, à l'aide de vues photographiques", Bulletin de la Soc. franç. de Photogr. Paris 1893. 2-e série, tome IX.
21. **P. Moëssard**, „Les panoramas photographiques et les appareils panoramiques Ibd. 1893.
22. **M. E. Deville**, „Lever topographique des montagnes Rocheuses executé par la photographie", Bulletin de la Soc. franç. de Photographie, 2-e série, tome IX, 1893.
23. **A. Laussedat**, „Conférence de Métrophotographie", Cours scientifique, Paris 1894, tome I et II.
24. **Monet**, „Applications de la photographie à la topographie", Mem. de la Soc. des Ing. civ. Paris 1894, tome II.
25. **A. Laussedat**, „Use of photography in topographical drawing", Scientific American Supplement, New-Jork 1894, tome V.
26. — — La Phorographie militaire et Phototopographie", Génie civil, Paris 1892, tome XXI, № 16.
27. — — „Application de la perspective à la topographie", Génie civil. Paris 1893.

II. Италія.

1. **Luigi Paganini**, „La Fototopografia in Italia", Roma 1889.
2. **Carlo Marselli**, „La Fototopografia applicata alla construzione delle carte alpine". Torino 1891.
3. **L. Paganini**, „Nuovi appunti di fototopografia. Applicazioni della fotogrammetria all'idrografia seguì alla nota „fototopografia in Italia" publicata nella Rivista maritinia, Roma 1895.

III. Германія.

1. **A. Meydenbauer**, Ueber die Anwendung der Photographie zu Architectur-und Terrainaufnahmen", Erbkam, Zeitschr. für Bauwesen, 1867.
2. **Dr. W. Yordan**, „Ueber die Verwerthung der Photographie zu geometrischen Aufnahmen", Zeitschr. für Vermessungswesen, 1876. 1. Heft.
3. **F. Stolze**, „Der photographische Theodolit und sein Gebrauch zur Aufnahm, von Bauwerken uud Specialkarten", Photogr. Wochenblatt 1881.
4. — — Ueber die practische Ausführung photogrammetrischer Aufnahmen, Ibid. 1881.

5. — — Aufnahme der Freitags-Moschee", Ibid. 1881.
6. — — „Die Photogrammetrie in Halberstadt", Ibid. 1892.
7. **Dr. Guido Hauck.** „Neue Constructionen der Perspective und Photogrammetrie", Journal für reine und angewandte Mathematik, Bd. 93. 1883.
8. — — „Theorie der orilinearen Verwandtschaft ebener Systeme", Ibid. 1883, Bd. 95, 97 und 98.
9. — — „Mein perspectivischer Apparat", Festschrift der Königl. technischen Hochschule zu Berlin 1884.
10. **Dr. H. W. Vogel,** „Ein einfacher photogrammetrischer Apparat", Photogr. Mittheilungen, 22. Yahrgang. 1884.
11. **F. Stolze.** „Die Photogrammetrie" in dem Sammelwerke „Das Licht im Dienste wissenschaftlicher Forschung" von Dr. S. Th. Stein, 1885.
12. **Prof. Doergens,** „Ueber einen einfachen photogrammetrischen Apparat", Photograph. Mittheilungen, 23. Jahrgang 1885.
13. — — Zur Prüfung und Berichtigung des photogrammetrischen Apparates", Ibid. 1886.
14. — — „Ermittelung der Constanten des photogrammetrischen Apparates", Ibid. 1886.
15. **Dr. Pietsch,** „Die Photogrammetrie", Zeitschr. für Vermessungswesen. 1887. Heft 23 und 24.
16. — — „Die Photogrammetrie", Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Kunstfleisses. Berlin 1886.
17. **Richard,** „Aufnahme des Terrains und Zeichnen der Pläne mit Hilfe der Photogrammetrie", Handbuch der Ingenieurwissenshaften, 1887.
18. **A. Meydenbauer,** „Ueber Behandlung grosser Platten auf Reisen", Photogr. Wochenblatt 1888.
19. **Dr. Koppe,** „Die Photogrammetrie oder Bildmesskunst", Weimar 1889.
20. **Dr. Finsterwalder,** „Die Photogrammetrie in den italienischen Hochalpen, München 1890.
21. — — „Die Terrainaufnahme mittels Photogrammetrie", Bairisches Industrie- und Gewerbeblatt, München 1890.
22. **Dr. A. Meydenbauer,** „Das photographische Aufnehmen zu wissenschaftlichen Zwecken, insbesondere das Messbildverfahren, Berlin 1892.
23. **Schröder,** „Architectur-und Geländeaufnahmen unter Mitwirkung der Photographie und die einschlägigen Instrumente", Archiv für Artillerie-und Genie-Officiere des deutschen Heeres, Juli—Heft. 1892.
24. — — „Die neuesten Messbild-Instrumente", Ibid. Oct. und Nov.—Heft. 1892.
25. **Fenner,** „Photogrammetrie in Italien", Zeitschr. für Vermessungswesen 1892,
26. — — „Hübl's Messtich Photogrammeter", Ibid, 1893.
27. **X. Imfeld,** „Ueber Photogrammetrie", Schweizerische Bauzeitung 1893, 21 Bd.
28. **Ph. Akerblom,** „Ueber die Anwendung der Photogrammeter zur Messung von Wolkenhöhen", Meteorologische Zeitschrift 1894.
29. **N. Eckholm,** „Einige Bemerkungen über die Anwendung der Photogrammeter zur Messung von Wolkenhöhen", Ibid. 1894.
30. **A. Meydenbauer,** „Zum gegenwärtigen Stand des Messbildverfahrens", Deutsche Bauzeitung 1894.
31. **O. Ney,** „Zerlegbarer Theodolit für Präcisionsmessungen", Dinglers Politechnisches Journal 1894, Heft 12.

Кромѣ названныхъ сочиненій весьма интересны слѣдующія небольшія статьи:

32. „Photogrammetrische Aufnahme der Umgebung von Freiburg nach Meydenbauer's System", Archiv für die Officiere des kgl. preuss. Artillerie-und Ingenieurcorps 1868, Band 63.

33. „Photogrammetrie“, Allgemenie Militär-Zeitung, Darmstadt. 1892.
34. „Messbild-Photogrammeter von Hübl“, Annalen für Gewerbe- und Bauwesen, Berlin 1892.
35. „Photogrammetrie“, Neue milit. Blätter, Berlin 1892, Sept. und October.
36. „Ballonphotographie“. Phot. Archiv, Düsseldorf 1892.
37. „Photograph. Küstenaufnahmen“, Annalen der Hydropraphie und maritimen Meteorologie 1894.
38. **Dr. C. Koppe**, „Photogrammetrie und internationale Wolkenmessung. Braunschweig 1896.

IV. Австрія.

1. **L. Mikiewicz**, „Anwendung der Photographie zu militärischen Zwecken“, Mittheilungen über Gegenstände der Artillerie und Genie, 7. Jahrgang 1876.
2. **G. Pizzighelli**, „Die Photogrammetrie“, Ibid. 15. Jahrgang 1884.
3. **Franz Schiffner**, „Ueber Photogrammetrie und ihre Anwendung bei Terrainaufnahmen“, Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens, 1887, 12 Heft.
4. — — „Ueber photographische Messkunst,“, Organ der militärwissenschaftlichen Vereine, 1888 u. 1889.
5. — — „Ueber photogrammetrische Aufnahmen mit gewöhnlichen Apparaten“. Photograph. Correspondenz, 1889.
6. **Franz Hofferl**, “Ueber Photogrammetrie“, Phot. Correspondenz 1889.
7. — — „Ueber Photogrammetrie“, Wochenschrift des österreich. Ingenieur- und Architekten-Vereins, Wien 1890.
8. **V. Pollack**, „Ueber Anwendung der Photogrammetrie im Hochgebirge, ibid. Wien 1890, № 22.
9. **Fr. Schiffner**, „Die Fortschritte der photogr. Messkunst im Jahre 1889“, Photogr. Rundschau 1890.
10. — — „Ueber die photographische Aufnahme einer Küste im Vorüberfahren“. Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens, Pola, Jahrgang 1890.
11. — — „Photogrammetrische Studien“, Phot. Corresp. 1890 u. 1891.
12. — — „Ueber photographische Messkunst“, Phot. Rundschau 1890.
13. — — „Fortschritte der Photogrammetrie“, Dr. Eder's Jahrbuch für Photographie 1891.
14. **F. Steiner**, „Das Problem der fünf Punkte“, Wochenschr. des östr. Ingenieur- und Architekten-Vereins, Wien 1891, № 26.
15. — — “Ueber Photogrammeter und deren Anwendung“. Technische Blätter, Prag 1891, 1 Heft.
16. — — “Die Anwendung der Photographie auf dem Gebiete des Bau- und Ingenieurwesens mit besonderer Berücksichtigung der Photogrammetrie“, ibid. 1891, III und IV Heft.
17. **I. Heller**, “Ueber Photogrammetrie“, Bericht. des Vereins der Techniker in Oberösterreich, Linz 1891,
18. — — „Ueber neue Erscheinungen auf dem Gebiete der Photogrammetrie“, ibid. Linz 1891.
19. **V. Pollack**, „Ueber photographische Messkunst“, Mittheilungen der geograph. Gesellschaft zu Wien, 1891, XXXIV Bd. № 4.
20. — — „Die photographische Terrainaufnahme“, Centralblatt fur das gesammte Forstwesen. Wien, 1891, VII. Jahrgang, 7 Heft,
21. — — „Ueber Photogrammetrie und deren Entwickelung“, Monatsblätter des wissenschaftlichen Club in Wien, 1891, 13 Bd. № 5.

22. **F. Steiner**, „Die Photographie im Dienste des Ingenieurs“, Lehrbuch, Wien, 1894.
23. **Franz Schiffner**, „Fortschritte der Photogrammetrie“, Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens, Pola, 1891, XIX Bd. V Heft.
24. **Moritz Bock**, „Die Photogrammetrie“, Mittheilungen über Gegenstände der Artillerie und Genie, Wien, 1891, 1 Heft.
25. **A. Guttenberg**, „Die Photogrammetrie im Dienste der Forstvermessung“, Oesterreichische Forstzeitung 1891, № 16.
26. **V. Pollack**, „Ueber Fortschritte der Photogrammetrie“, Dr. Eder's Jahrbuch für Photographie, Wien 1892.
27. — — „Photogrammetrie und Photographie, Schweizerische Bauzeitung 1892.
28. **Franz Schiffner**, „Fortschritte der Photogrammetrie“, Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens, Pola 1892.
29. — — „Die photographische Messkunst“, ein Lehrbuch, Halle 1892.
30. **R. Kobsa**, „Die Photogrammetrie oder Bildmesskunst und speciell deren Verwendung im Dienste des Forsteinrichters“. Oesterreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen, 1892, 2. Heft.
31. **F. Wang**, „Die Anwendung der Photogrammetrie im forstlichen Haushalte“ Oestereichische Forstzeitung. 1892, № 19, 20, 21.
32. **Franz Hafferl**, „Das Teleobectio und seine Verwendbarkeit zu photogrammetrischen Aufnahmen“, Zeitschr. für Vermessungswesen, 1892, 21 Heft.
33. **Dr. I. M. Eder**, „Photogrammetrische Apparate und Phototheodolite“, Lehrbuch der Photographie 1892, 1. Bd. 5 Heft.
34. **G. Pizzighelli**, „Handbuch der Photographie“, III. Bd. Halle 1892.
35. **F. Wang**, „Photogrammetrische Instrumente“, Oesterreichische Forstzeitung 1893. № 1, 2, 3.
36. — — „Die Photogrammetrie oder Bildmesskunstim Dienste des Forsttechnikers“, Mittheilungen des Krain. Küstenländischen Forstvereins, Laibach, 1893.
37. **V. Pollack**, „Photogrammetrie“, Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Berlin 1893, № 4.
38. — — „Die Beziehungen der Photogrammetrie zu den topographischen Neuaufnahmen im bayrisch - österreich. Grenzgebirge“, Archiv für Artillerie und Genie-Officiere des deutschen Heeres 1893, Nov., Dezember.
39. — — Ein neuer durchschlagbarer Phototheodolit mit centrischem Fernrohr“, Ibid. 1894.
40. — — „Photogrammetrische Arbeiten in Oesterreich“, Dr. Eder's Jahrbuch für Photographie 1894.
41. **Starke und Kammerer**, „Phototheodolit“, Zeitschr. des oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereins“, Wien 1894.
42. **O. I. Klotz**, „Photogrammetrische Arbeiten in Canada“, Ibid. Wien, 1894.
43. **Franz Schiffner**, „Die Fortschritte der Photogrammetrie“, Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens, Pola 1894.
44. **Dolezal**, „Anwendung der Photographie in der praktischen Messkunst“, Halle 1896.

V. Америка, Англія, Голландія, Швеція.

1. **Henry A. Reed**, „Photography applied to Surveying“, New-York 1889.
2. **Stanley**, „Photorgraphie surveying“, A. San. Engl. 1892.

3. **C. I. Colpa**, „De fotografie als hulpmittel voor architektur en terrein opnemingen“, Tijdschrift voor Kadaster en Laudmeetkunde 1893.

4. **H. Hildebrandsson et K. L. Hagström**, „Les principales méthodes employées pour observer et mesurer les nuages“, Upsala 1893.

5. **E. Deville**, „Photographie Surveying U. S. A. Ottava 1895. Это сочиненіе въ настоящее время переводится на русскій языкъ.

Р. Тиле.

Геогр... Общества Союза ССР